



ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

ADÜ ZİRAAT DERG

Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty

Cilt (Volume): 20

Sayı (Issue): 1

Haziran (June) 2023

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
(ADÜ ZİRAAT DERG)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

ISSN 1304-7787
e-ISSN 2717-7084

Cilt
(Volume) **20**

Sayı
(Issue) **1**

Haziran
(June) **2023**

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

(ADÜ ZİRAAT DERG)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 20, Sayı (Issue): 1, Haziran (June) 2023

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi tarım bilimleri alanında (*bahçe bitkileri, bitki koruma, biyosistem mühendisliği, peyzaj mimarlığı, tarım ekonomisi, tarımsal biyoteknoloji, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, su ürünleri mühendisliği, gıda ve süt teknolojisi, zootekni ve benzeri çoğu temel ve uygulamalı araştırma*) yapılan özgün çalışmaları hakem incelemesi sonunda yayınlayan, yayın dili Türkçe ve İngilizce, uluslararası, bilimsel bir dergidir. Dergi; 2004 yılından günümüze, altı ayda bir olmak üzere yılın altıncı ve on ikinci aylarında çıkarılmakta ve iki sayıda bir cilt tamamlanmaktadır. Dergi TR Dizin (**ULAKBİM**), **EBSCOHost** (Academic Search Complete), **CrossRef** ve **Google Akademik** tarafından taranmaktadır.

Dergide hakem kurulunun onayladığı araştırma makaleleri yayınlanmaktadır. Lisans üstü tezlerden üretilmiş olan yayınlar "Lisans üstü tezinden üretilmiştir" ibaresi ile hakemlere gönderilmektedir.

Bir yazının yayınlanabilmesi için daha önce başka bir dergide yayınlanmamış veya başka bir dergiye gönderilmemiş olması ve yayına uygun görülmesi gerekmektedir. Makale için konusu ile ilgili en az iki hakemin olumlu değerlendirmesi alındıktan sonra yayınlama kararı alınmaktadır. Editörler makaleyi hakemlere göndermeden ret edebilir.

Yayınlanan yazılardaki bilimsel içerik, sonuç ve yazının etik kurallara uygun olup olmadığının sorumluluğu yazarlara aittir.

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, Editörleri ve Danışma Kurulu yayınlanan içerikten sorumlu değildir.

Makale başvuruları <http://dergipark.gov.tr/aduziraat> adresinden kabul edilmektedir. Başka iletişim araçları (mektup, e-posta vs.) ile yayın kabulü ya da yazar/hakem yazışmaları yapılmamaktadır. Makale yollandıktan sonra yazar eklenemez veya çıkartılamaz. Tüm yazarlar makalenin son halini inceleyip onaylamalıdır. Ayrıca diğer önemli hususlar derginin arka sayfasında "Yazarlara Önemli Not" başlığı altında verilmiştir.

Yayınlayan - Published By

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Aydın/Türkiye

Sahibi - Owner

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü
Prof. Dr. Bülent KENT

Yayın Kurulu Onursal Başkanı

Honorary President of the Editorial Board

Prof. Dr. İbrahim GENÇSOYLU



Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi, Güney Yerleşke 09100, AYDIN / TÜRKİYE

Tel: 0 (256) 772 70 23 Faks: 0 (256) 772 72 33

E-posta: ziraatdergi@adu.edu.tr Web: <http://dergipark.gov.tr/aduziraat>

Adnan Menderes Üniversitesi Basımevi, AYDIN



ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

(ADÜ ZİRAAT DERGİ)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 20, Sayı (Issue): 1, Haziran (June) 2023

Baş Editör - Editor in Chief

Doç. Dr. Filiz YILDIZ AKGÜL

Alan Editörleri - Editorial Board

Bahçe Bitkileri (Horticulture)

Dr. Öğr. Üyesi Burak Erdem ALGÜL

Bitki Koruma (Plant Protection)

Doç. Dr. Ümit ÖZYILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Melis USLU YALÇIN

Gıda Bilim ve Teknolojisi (Food Science and Technology)

Doç. Dr. Filiz YILDIZ AKGÜL

Doç. Dr. Ecem AKAN

Peyzaj Mimarlığı (Landscape Architecture)

Doç. Dr. Ebru ERSOY TONYALIOĞLU

Su Ürünleri Mühendisliği (Aquaculture Engineering)

Doç. Dr. Mehmet GÜLER

Tarım Alet ve Makinaları (Agricultural Machines)

Dr. Öğr. Üyesi Yüksel AYDOĞAN

Tarımsal Biyoteknoloji (Agricultural Biotechnology)

Doç. Dr. Hüseyin UYSAL

Tarım Ekonomisi (Agricultural Economics)

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim YILMAZ

Tarımsal Yapılar ve Sulama (Agricultural Structures and Irrigation)

Dr. Öğr. Üyesi Ersel YILMAZ

Tarla Bitkileri (Field Crops)

Dr. Öğr. Üyesi Ali YIĞIT

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme (Soil Science and Plant Nutrition)

Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU

Zootekni (Animal Science)

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Önder ÜSTÜNDAĞ

Danışma Kurulu - Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Cemal ATICI (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Deniz ÇOBAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. E. Mennan YILDIRIM (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Erhan AKKUZU (Ege Üni.)

Prof. Dr. Gönül AYDIN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. H. Güner SEFEROĞLU (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. İbrahim CEMAL (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Janusz POSPOLITA (Opole Uni., Poland)

Prof. Dr. Kemal Tulühan YILMAZ (Çukurova Üni.)

Prof. Dr. İbrahim ÇAKMAK (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU (Harran Üni.)

Prof. Dr. Mine KARATAŞ ÖZKAN (Southampton Uni., UK)

Prof. Dr. Mustafa Ali KAYNAK (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Orhan KURT (Ondokuz Mayıs Üni.)

Prof. Dr. Soner BALCIOĞLU (Akdeniz Üni.)

Prof. Dr. Timo KAUTZ (Humboldt Uni., Germany)

Prof. Dr. Zöhre POLAT (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. A. Demet KARAMAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Asst. Prof. Sunday O PETERS (Berry Collage, USA)

Doç. Dr. Soner AKGÜL (Çukurova Üni.)

Dr. Iwona Klosok BAZAN (Opole Uni., Poland)



Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi, Güney Yerleşke 09100, AYDIN / TÜRKİYE

Tel: 0 (256) 772 70 23 Faks: 0 (256) 772 72 33

E-posta: ziraatdergi@adu.edu.tr Web: http://dergipark.gov.tr/aduziraat

Adnan Menderes Üniversitesi Basımevi, AYDIN



ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 20, Sayı (Issue): 1, Haziran (June) 2023

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ/RESEARCH ARTICLES

İzmir İlinde Süs Bitkisi Üreticilerinin Üretim Profili ve Üretim Alanlarında Görülen Fungal Hastalıklar Açısından Değerlendirilmesi **1**

Ceren CER, Seher BENLİOĞLU

Evaluation of Ornamental Plant Producers in terms of Production Profile and Fungal Diseases in Production Areas in Izmir Province

Nohut ve Mercimek Üretim Miktarı Tahmini İçin Meteorolojik Faktörler Odaklı Makine Öğrenmesi Yaklaşımı: Türkiye Örneği **13**

Hasan Arda BURHAN, Naciye Tuba YILMAZ

Meteorological Factors-Oriented Machine Learning Approach for Chickpea and Lentil Production Estimation: The Case of Turkey

Population Dynamics of the Greenhouse Whitefly [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) Aleyrodidae, Hemiptera] in Broccoli Greenhouse in Malatya, Turkey **25**

Fulya KAYA APAK

Sera Beyazsineği [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) Aleyrodidae, Hemiptera] nin Malatya İli Brokoli Serasındaki Populasyon Dalgalanmaları

Farklı Koza Dizilişlerine Sahip Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Genotiplerinde Bitki Yoğunluklarının Verim, Verim Unsurları ve Lif Özellikleri Üzerine Etkisi **33**

Mehmet Oğuz ULAŞ, Öner CANAVAR, Hatice Kübra GÖREN

Effect of Plant Densities on Yield, Yield Components and Fiber Properties in Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Genotypes with Different Cotton Bolls Distributions

Pınarbaşı Uzunyayla Bölgesi Çerkes Peynirlerinin Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma **43**

Oktaç YERLİKAYA, Cesur MEHENKTAŞ, Ecem AKAN, Harun Raşit UYSAL

A Research on Some Physicochemical and Sensory Properties of Pınarbaşı Uzunyayla Region Circassian Cheeses

Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'de Pirimicarb Seleksiyonu ile Elde Edilen Direnç, Asetilkolinesteraz (AChE) Enzim Aktiviteleri ve Gen Bölgesinin Kısmi Dizilimi

55

Gizem BERBER, Sibel YORULMAZ

Resistance Obtained by Pirimicarb Selection, Acetylcholinesterase (AChE) Enzyme Activities and Partial Sequence of the Gene Region in Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)

Farklı Konut Dokularının Hava Kirliliği Yoğunluğu Üzerindeki Etkisi: Erzurum Örneği

63

Elif Nur SARI, Sevgi YILMAZ

The effect of different housing textures on air pollution intensity: Erzurum case

Using Ethanol Degradation as Accelerated Chemical Seed Ageing Indicator for Different cultivars of Soybean

75

Feni SHINTARIKA, Achmad Yozar PERKASA, Siti Rahmatika FADHILAH

Farklı Soya Fasulyesi Çeşitleri İçin Hızlandırılmış Kimyasal Tohum Yaşlanma Göstergesi Olarak Etanol Bozunmasının Kullanılması

Salda Gölü Tabiat Parkı'nın Rekreatiyonel Taşıma Kapasitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

83

İpek Melisa ÖZMEKİK, Tendü Hilal GÖKTUĞ

A Study on the Determination of the Recreational Carrying Capacity of Salda Lake Natural Park

Kentsel Yüzey Sıcaklığı ve Mavi-Yeşil Altyapı İlişkisi: Karşıyaka Örneği

91

Ahsen Tuğçe YÜKSEL, Çiğdem COŞKUN HEPCAN

The Relationship Land Surface Temperature and Blue-Green Infrastructure: The Case of Karşıyaka

Application of Linear Polyacrylamide (LPA) Matrix in Cotton Chromatin Immunoprecipitation to Increase Sheared DNA Isolation Efficiency **99**

Murat Kemal AVCI, Erdem TEZCAN, Safiye AVCI, Haluk CAMCI

Pamukta Kromatin İmmünopresipitasyon Yönteminde Kırpılmış DNA İzolasyon Verimini Arttırmak için Lineer Poliakrilamid (LPA) Matrisinin Uygulanması

Karabuğdayın Arıcılık Açısından Önem Arz Eden Bazı Bitkisel Özelliklerinin Farklı Ekim Zamanlarına Göre Değişimi **109**

Erdal ÇAÇAN, Selim ÖZDEMİR, Kağan KÖKTEN, Rıdvan UÇAR, Muammer EKMEKÇİ, Mehmet Ali KUTLU, Sam MOKHTARZADEH

Changes of Some Plant Properties of Buckwheat with Importance for Beekeeping According to Different Sowing Times

Giresun Yöresine Ait Bazı Pekmezlerde ICP-MS ve IC Sistemi ile Mineral Madde Tayini **117**

Berna ÖZTÜRK, Zuhul YOLCU, Elif APAYDIN, Murat YOLCU

Determination of Mineral Matter in Some Molasses of Giresun Region by ICP-MS and IC System

Some Physicochemical Characteristics of Denizli Thyme (*Origanum onites*) Honey **127**

Aytül UÇAK KOÇ, Yusuf ATAKAN, Hüseyin KÜÇÜKER, Hüdai KÜÇÜKER

Denizli Kekik (*Origanum onites*) Balının Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Lif Kalitesi Üzerine Çevrenin Etkisi **135**

Mustafa Ali KAYNAK, Mustafa KURT

The Effect of Environment on Fiber Quality in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Çiğ Soya ve Tam Yağlı Soyanın Besin Madde Değerlerinin ve Isıl İşlem Faktörlerinin Kimyasal ve Spektrofotometrik Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi **143**

Şevval Kahramanoğlu TÜMER, Mürsel ÖZDOĞAN

Evaluation of Nutrient Compositions and Heat Processing Factors of Raw Soy and Full-Fat Soybean Using Chemical and Spectrophotometric Methods

The Use Of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) And Geographic Information System (GIS) In Selection Of Greenhouse Site Location: The Case Of Aydın Region In Türkiye **149**

Yasin MERCAN, Fuat SEZGİN

Örtüaltı İşletme Yeri Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemi (Cbs) Ve Çok Ölçütlü Karar Analizinin (Çöka) Kullanımı: Türkiye Aydın Yöresi Örneği

İnek ve Deve Sütlerinin Yağ Asitleri ve Uçucu Bileşen Profillerinin Karşılaştırılması **159**

Handenur Uzun, Filiz YILDIZ AKGÜL, Serdal ÖĞÜT

Comparison of Fatty Acids and Volatile Component Profiles of Bovine and Camel Milk

Liriomyza sativae Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae)'nin DNA Barkodlaması **167**

Cem DAYAN, Eyüp Mennan YILDIRIM

DNA Barcoding of Liriomyza Sativae Blanchard Agromyzidae, 1938 (Diptera: Agromyzidae)

Norduz Toklularının Sezon Dışı Erken Damızlıkta Kullanım Olanakları **173**

Kadir KIRK

Norduz yearlings in early breeding in the off-season

İzmir İlinde Süs Bitkisi Üreticilerinin Üretim Profili ve Üretim Alanlarında Görülen Fungal Hastalıklar Açısından Değerlendirilmesi

Ceren CER ^{*1} , Seher BENLİOĞLU ² 

¹ Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova/İzmir-TÜRKİYE

² Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın-TÜRKİYE

Öz: Türkiye, iklim ve toprak özellikleri bakımından süs bitkileri yetiştiriciliği için oldukça uygundur ve birçok süs bitkisinin gen kaynağıdır. Türkiye’de süs bitkileri sektörü üretim ve ihracat açısından son yıllarda büyük gelişim göstermiştir. Son verilere göre, Türkiye toplam 5.18 hektar süs bitkisi üretim alanına sahiptir ve dünyada 52 ülkeye süs bitkisi ihracatı yapmaktadır. Ayrıca, 2018’de Türkiye’nin süs bitkisi ihracat geliri 99 milyon 300 bin dolardır. Bu gelişen sektörde İzmir ili, Türkiye toplam süs bitkisi üretim alanının % 31.7’sini, toplam üretim miktarının ise % 35.5’ini karşılayarak ekonomiye önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışma, İzmir ilinde süs bitkisi üretiminin en fazla yapıldığı ilçelerden; Bayındır, Merkez, Menderes, Urla, Ödemiş, Karaburun ve Torbalı’da yaygın olarak üretilen süs bitkileri profilini belirlemek ve bu bitkilerde görülen fungal hastalıkları değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda her ilçedeki süs bitkisi üretim alanları esas alınarak toplam 100 üretici ile anket çalışması yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, karanfil, gül ve krizantem yetiştiriciliğinin kesme çiçek üretimi olarak ön plana çıktığı görülmüştür. Ödemiş’te ağırlıklı olarak ibrelili ve yapraklı ağaç grubunda yer alan süs bitkileri üretimi yapılırken, Bayındır ilçesinde özellikle mevsimlik süs bitkisi, Torbalı’da çalı tipi süs bitkileri yetiştirilmektedir. Dış mekân gül üretimi ise her üç ilçede de yaygın olarak yapılmaktadır. Karaburun ilçesinde hem nergis ve sümbül soğanlarının üretimi yapılmakta, hem de nergis ve sümbül çiçeği kesme çiçek olarak yetiştirilmektedir. Karanfil yetiştiriciliğinde en önemli sorunun Karanfilde Fusarium Solgunluğu, gül yetiştiriciliğinde Karaleke, krizantemde ise Beyaz Pas hastalıkları olduğu belirlenmiştir. Üreticiler, Karanfilde Fusarium solgunluğuna karşı solarizasyon ve metam sodyum uygulamalarından tatminkâr sonuç alamadıklarını, Karaleke ve Beyaz Pas Hastalığı’na karşı da ruhsatlı fungusit olmadığını belirtmişlerdir.

Anahtar kelimeler: İzmir, karanfil, gül, krizantem, Fusarium Solgunluğu, süs bitkileri

Evaluation of Ornamental Plant Producers in terms of Production Profile and Fungal Diseases in Production Areas in İzmir Province

Abstract: Turkey is highly suitable for ornamental plants cultivation in terms of climate and soil characteristics and is the gene source of many ornamental plants. In recent years, ornamental plant sector has shown great improvement in terms of production and exportation in Turkey. According to the recent data, Turkey has a total of 5.18 ha of ornamental plant production area and exports ornamentals to 52 countries in the world. Also, Turkey’s ornamental plant export revenues is 99 million 300 thousand \$ in 2018. İzmir provides an important contribution to the economy by supplying 31.7% of the total production area and 35.5% of the total production quantity of ornamental plants of Turkey. This study was carried out to evaluate fungal diseases and determine the profile of ornamentals which are commonly produced in Bayındır, Merkez, Menderes, Urla, Ödemiş, Karaburun and Torbalı districts of İzmir. In this context, a questionnaire study was conducted with 100 growers based on ornamental plant production areas in each district. When the results were evaluated, it was seen that carnation, rose and chrysanthemum cultivation came to the forefront as cut flower production. Seasonal ornamental plants were predominantly grown in Bayındır, shrub type ornamental plants were also grown in Torbali while coniferous and leafy tree groups in Ödemiş districts. Outdoor rose production is widespread in all three districts. Daffodils and hyacinth bulbs are produced in Karaburun district and daffodils and hyacinth flowers are grown as cut flowers. The most important problems were determined as Fusarium wilt of carnations, black spot of roses and white rust of chrysanthemums. The producers stated that they did not get satisfactory results from solarization and metam sodium applications against Fusarium wilt of carnation and there were no registered fungicides against black spot and white rust disease.

Keywords: İzmir, carnation, rose, chrysanthemum, Fusarium wilt, ornamental plants

GİRİŞ

Dünya’da birçok ülkede ve Türkiye’de; renk, koku, aroma ve kadifemsi yüzey özellikleri ile ruhsal yönden insanlara olumlu etkisi bulunan süs bitkileri aynı zamanda ekonomiye büyük katma değer sağlamaktadır (Kelkit ve Bulut, 1998; Bay, 2011; Gülçür, 2015). Büyüyen ve gelişen şehirlerdeki çevre bilinci, özellikle son yıllarda ülkemizde süs bitkileri üretiminin taleple orantılı olarak artmasını ve süs bitkileri sektörünün günümüzde artık gıda kadar önemli bir hal almasını sağlamıştır. Süs bitkileri, kullanım amaçlarına göre kesme çiçekler, dış mekan süs bitkileri, iç mekan (saksılı) süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları olmak üzere dört grupta toplanmıştır

(Gülçür, 2015). 2020 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de süs bitkileri üretim alanlarının ürün gruplarına göre dağılımı; kesme çiçekler 12.18 da, iç mekan süs bitkileri 1.7 da, dış mekan süs bitkileri 39.74 da ve çiçek soğanları 499 da olmak üzere toplamda 54.13 da alandır. Türkiye’den dünyadaki 52 ülkeye süs bitkisi ihracatı yapılmakta olup 2020 yılı ihracat gelirimiz 86 milyon 725 bin \$’dır (Anonim, 2021).

***Sorumlu Yazar:** ceren.karagoz@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 27 Eylül 2021

Kabul Tarihi: 3 Şubat 2023

İzmir ili süs bitkileri üretim alanı bakımından son yıllarda önemli bir artış göstermiş ve 2009 yılından bu yana üretim alanları 2 katı büyüklüğüne ulaşmıştır. Son verilere göre, İzmir ili Türkiye toplam süs bitkisi üretim alanının %30.23'ünü, toplam üretim miktarının ise % 29'unu karşılayarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır (Anonim, 2021).

İzmir ili süs bitkileri üretim alanı bakımından son yıllarda önemli bir artış göstermiş ve 2009 yılından bu yana üretim alanları 2 katı büyüklüğüne ulaşmıştır.

Son verilere göre, İzmir ili Türkiye toplam süs bitkisi üretim alanının %30.23'ünü, toplam üretim miktarının ise % 29'unu karşılayarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır (Anonim, 2021).

Bu çalışma, 2014 yılında Mart-Haziran ayları arasında, İzmir ilinde süs bitkisi üretiminin en fazla yapıldığı ilçelerde yaygın

olarak üretilen süs bitkileri profilini belirlemek ve bu bitkilerde görülen fungal hastalıkları değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Anket çalışması İzmir ilinde süs bitkisi üretiminin en fazla yapıldığı Bayındır, Merkez, Menderes, Urla, Ödemiş, Karaburun ve Torbalı ilçelerinde yürütülmüştür. Anket çalışması, İzmir ili süs bitkileri üreticilerinin yetiştiricilikteki genel davranışlarını, üretim profilini, üretim alanlarında hangi fungal hastalıkların görüldüğünü ve üreticilerin bu fungal hastalıklar ve mücadelesi ile ilgili bilinç düzeylerini incelemek amacıyla ele alınmış ve 18 sorudan oluşmuştur. Çalışmaya alınan ilçelerdeki incelenen süs bitkisi üretim alanları (da) ve ankete katılan süs bitkisi üreticisi ve üretim alanı sayısı aşağıda verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İlçeler bazında incelenen süs bitkisi üretim alanı ve ankete katılan süs bitkisi üreticisi sayısı

İlçeler	İncelenen üretim alanı (da)	Ankete katılan süs bitkisi üreticisi ve üretim alanı sayısı
Bayındır	308	26
Merkez	120,5	13
Menderes	143	20
Urla	127,65	23
Ödemiş	400	7
Karaburun	42	6
Torbalı	657,5	5
Toplam	1.798,65	100

Üretim alanlarında güdümlü örnekleme yapılmış, hastalık belirtisi gösteren bitki örnekleri Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Bitki Hastalıkları Laboratuvarı'na getirilmiştir. Yeşil aksamda görülen hastalıklar görsel olarak incelenmiş, belirtiler dikkate alınarak ve mikroskopik incelemeler sonrası hastalık etmenleri tanılanmıştır. Kök ve gövde hastalıklarında ise görsel incelemeler dışında boyuna kesitler alınarak morfolojik incelemeler yapılmış ve alınan örneklerden laboratuvarında izolasyon ve tanılama çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

İzolasyon ve Tanılama

Laboratuvara getirilen, hastalık belirtisi gösteren bitkiler önce çeşme suyunda yıkanmış daha sonra kök boğazı ve sap kısımlarından alınan hastalıklı ve sağlam kısmı içeren bitki dokuları bistüri ile 4-5 mm'lik parçalar halinde kesilerek, 5 dakikalık süre ile %5'lik (v/v) sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilmiştir.

Yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulan bitki parçaları steril damıtık suda iki kez durulanıp, steril kurutma kağıtları

arasında kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler PDA (Patates Dekstroz Agar) (100 mg/l streptomycin) içeren petri kaplarının her birine 4 adet doku parçası gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Ekimi yapılan tüm petriler, 25°C'de 5-7 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. PDA besi ortamında geliştirilen fungal kültürler daha sonra koloni yapısı, miselyum ve spor yapılarına bakılarak cins düzeyinde morfolojik olarak tanılanmıştır (Leslie ve Summerell, 2006; Wolcan vd., 2016; Trolinger vd., 2016; Alvarez, 2016; McGovern, 2016; Pscheidt ve Rodriguez, 2016).

BULGULAR VE TARTIŞMA

İzmir ilinde her ilçedeki süs bitkisi üretim alanları esas alınarak toplam 100 üretici ile anket çalışması yapılmıştır. Üretim alanlarından alınan örneklerden elde edilen fungal izolatlar morfolojik olarak tanılanmıştır ve elde edilen sonuçlar ile anket sonuçları bir araya getirilerek aşağıda değerlendirilmiştir.

Üreticilerin Yaş, Eğitim ve Deneyim Durumu

Anket çalışmasına katılan üreticilerin %24'ünün 20-35, %32'sinin 36-50, %42'sinin 51-65 ve %2'sinin 66-80 yaş

aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, üreticilerle yapılan çeşitli anket çalışmalarıyla paralellik göstermektedir. Buna göre; Kadioğlu (2003), Tokat ilindeki çiftçilerle yapmış olduğu bir çalışmada, 31-50 yaş grubundaki çiftçilerin oranını %59.02 olarak belirlemiştir. Benzer olarak, Erdil ve Tiryaki (2020), Manisa ilinde çiftçilerle yapmış oldukları bir anket çalışmasında, çalışmaya katılan üreticilerin %30.2'sinin 45-54 yaş aralığında olduğunu belirlemiştir.

Çalışmamızda, üreticilerin %54'ünün ilkokul, %11'inin ortaokul, %12'sinin lise ve %23'ünün de üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Boz ve ark. (1998)'nin, Aydın ilinde yapmış oldukları bir çalışmada üreticilerin %72'sinin; Kadioğlu (2003)'nin, çalışmasında üreticilerin %63.43'ünün; Ay ve ark., (2006)'nin, Korkuteli ilçesi sert çekirdekli meyve üretici profili üzerine yaptıkları çalışmada, üreticilerin %60'ının; Erdoğan ve Gökdoğan (2017)'nin, Nevşehir ilinde patates üreticileriyle yapmış oldukları çalışmada üreticilerin %64.6'sının; Şimşek ve ark. (2020)'nin, Uşak ilinde sert çekirdekli meyve üreticileriyle yapmış oldukları bir çalışmada, üreticilerinin %39'unun ilkokul mezunu olduğunu ve yine benzer olarak Erdil ve Tiryaki (2020)'nin, Manisa ilinde yapmış oldukları anket çalışmasında, üreticilerin %53.1'inin ilkokul mezunu olduğunu saptamıştır.

Üreticilerin çiçek yetiştiriciliğindeki deneyimleri incelendiğinde, %10'unun 0-5 yıllık deneyimi, %12'sinin 6-10 yıllık, %30'unun 11-20 yıllık, %29'unun 21-30 yıllık, %15'inin 31-40 yıllık ve %4'ünün 41-50 yıllık deneyimi olduğu görülmektedir. Bu veriler, çiçek üreticilerinin %78'nin on yılın üstünde yetiştiricilik deneyimine sahip olduğunu göstermektedir. Çeşitli tarımsal ürünleri üreten üreticilerle yapılan diğer anket çalışmalarına bakıldığında; Kadioğlu (2003), üreticilerin %89'unun on yılın üzerinde çiftçilik yaptığını; Ay ve ark. (2006), üreticilerin %49'unun yine on yılın üzerinde sert çekirdekli meyve üreticiliği yaptığını; Erdil ve Tiryaki (2020), üreticilerin %31.2'sinin 21-30 yıl çiftçilik tecrübesinin olduğunu; Şimşek ve ark. (2020) ise üreticilerin %47'sinin 31 yıldan daha uzun süredir sert çekirdekli meyve üreticiliği yaptığını belirtmiştir.

Kooperatife ortaklık

Süs bitkisi üreticilerinin %88'i bir kooperatife üye iken, %12'sinin üye olmadığı da belirlenmiştir. Kooperatiflerin en önemli görevi ortakları üreticilerin ürünlerini en iyi şekilde değerlendirmek ve iç-dış pazarlarda değer fiyatında satışını gerçekleştirmektir (Mülâyim, 2019). Dağınık bir yapıda farklı stratejiler izleyerek bireysel üretim yapan üreticiler ürettiği ürünün fiyatında söz sahibi olamamakta, değer fiyatında satamamaktadır (Ersöz ve Öztürk, 2022). Ancak, süs bitkileri sektöründe üreticilerin bağlı bulunduğu bazı kooperatifler, üreticinin çıkarlarını gözetmekte yetersiz kalarak yeterince etkinlik gösterememiş oldukları için, bazı üreticiler bu birliklerden ayrılmayı tercih etmişlerdir.

Üretim alanını büyüklüğü

Üreticiler arazi büyüklükleri açısından incelendiğinde, üreticilerin %41'inin arazi büyüklüğünün 5 da' kadar, %33'ünün 6-10 da, %11'inin 11-20 da, %8'inin 21-40 da,

%4'ünün 41-70 da ve %3'ünün ise 70 da ve üzeri olduğu saptanmıştır. Bu değerlendirme, çiçek üreticilerinin %74'ünün arazi büyüklüğünün 10 da'a kadar olduğunu göstermektedir. Ayrıca arazi büyüklüğü 10 da'ın altında olan işletmelerin genellikle kesme çiçek üretimi yaptığı, 40 da'ın üzerinde olan işletmelerin ise genellikle dış mekan süs bitkisi üretimi yaptığı belirlenmiştir.

Üretim deseni

Anket çalışmalarına katılan Bayındır, Ödemiş ve Torbalı'da üreticilerin tamamı dış mekan süs bitkisi üretimi yapmakta iken, Merkez, Menderes ve Urla'da ankete katılan üreticilerin tamamı kesme çiçek üretimi yapmaktadır. Karaburun'da ise ankete katılan üreticilerin yarısı yalnızca kesme çiçek amacıyla üretim yapmakta iken, diğer yarısı hem kesme çiçek hem de soğan üretim amacıyla üretim yapmaktadır. Merkez ilçede ankete katılan üreticilerin toplam 120.5 da'lık üretim alanlarının %47.3'ünde karanfil, %20.7'sinde yeşillik, %19'unda krizantem, %5'inde gerbera, %4.5'inde cinya, %2.5'inde glayöl ve %1'inde cipsofilya üretilmektedir (Şekil 1).

Toplam 57 da'lık karanfil üretim alanının %24.5'ü ise fidelik olarak kullanılmaktadır. Bu değerlendirmeler, Merkez ilçede süs bitkisinde ana ürünün karanfil, yeşillik ve krizantem olduğunu göstermektedir.

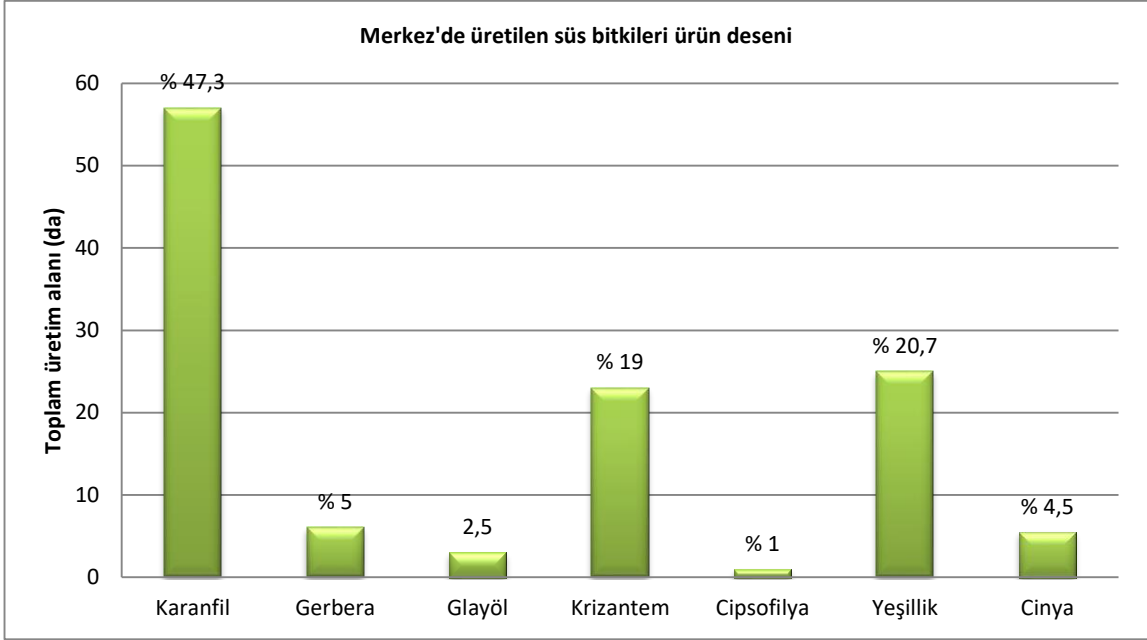
Bayındır'da ankete katılan üreticilerden %77'si mevsimlik, %69'u çalı tipi süs bitkisi, %54'ü ibrelili ve yapraklı ağaç grubu, %15.4'ü dış mekan gül, %7.7'si yer örtücü, %4'ü ise soğanlı süs bitkisi üretimi yapmaktadır. Üreticilerden bazıları tek çeşit süs bitkisi üretimi yaparken bazıları da 2 veya daha fazla çeşit bitki üretimi yapmaktadırlar. Bu nedenle üretilen bitki grubu oranlarının toplamı %100'ün üzerinde bulunmuştur (Şekil 2).

Menderes'te ankete katılan üreticilerin toplam 143 da'lık üretim alanlarının %55'inde karanfil, %32.3'ünde gül, %8'inde lisianthus, %3'ünde krizantem, %1'inde cinya ve %0.7'sinde yeşillik üretilmektedir (Şekil 3).

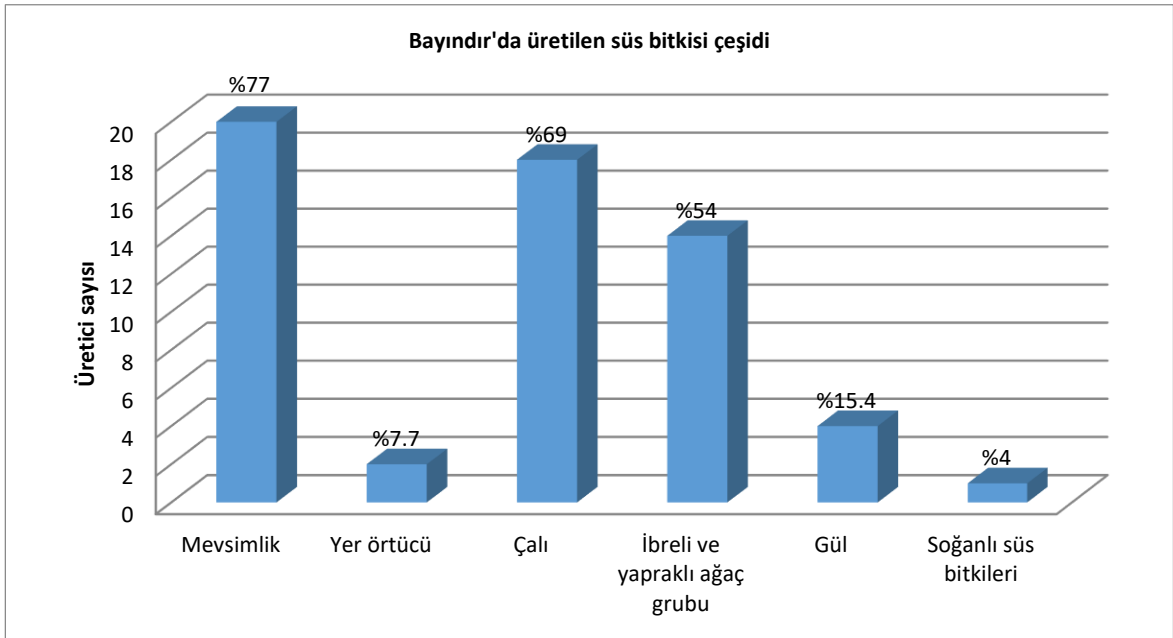
Toplam 78.5 da'lık karanfil üretim alanının %5'i ise fidelik olarak kullanılmaktadır. Gül üretimi ise 46.2 da'lık alanda yapılmaktadır. Bu değerlendirmeler, Menderes ilçesinde süs bitkisinde ana ürünün karanfil ve gül olduğunu göstermektedir.

Karaburun'da ankete katılan üreticilerin toplam 42 da'lık üretim alanlarının %79'unda nergis, %21'inde sümbül üretilmektedir. Karaburun ilçesinde süs bitkisi olarak yalnızca bu iki ürün üretilmektedir. Ayrıca ilçede hem nergis ve sümbül soğanlarının üretimi yapılmakta, hem de nergis ve sümbül çiçeği kesme çiçek olarak piyasaya sunulmaktadır.

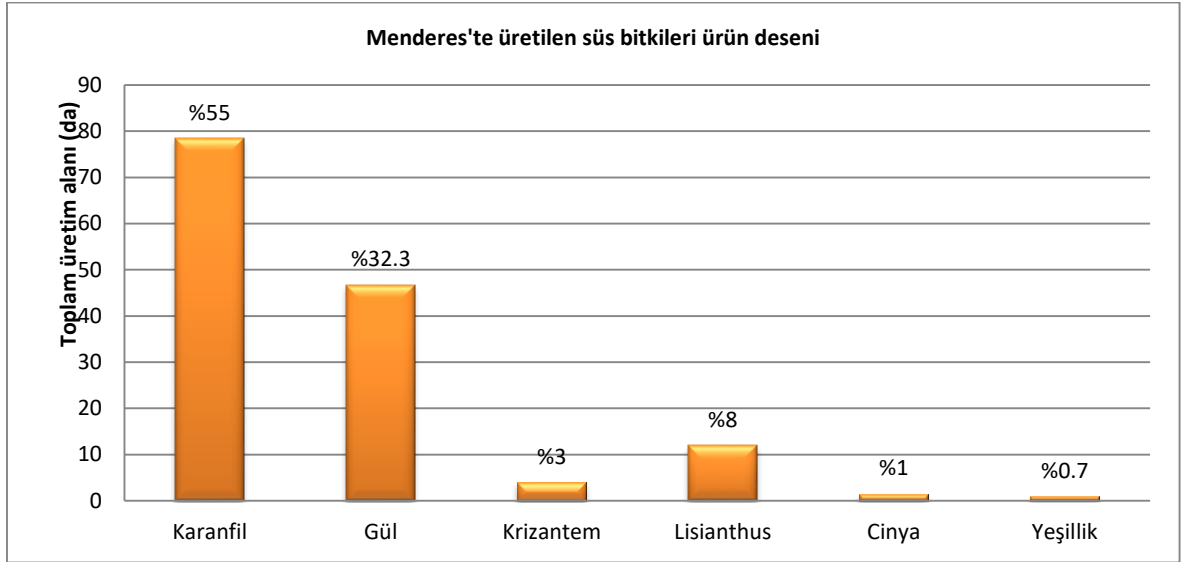
Urla'da ankete katılan üreticilerin toplam 127.65 da'lık üretim alanlarının %59.5'inde krizantem, %21'inde karanfil, %12'sinde lilyum, %2.7'sinde süs ağaçları ve çalı tipi bitkiler, %2.4'ünde yeşillik, %1.2'sinde frezya ve %1.2'sinde diğer kesme çiçekler üretilmektedir (Şekil 4). Bu değerlendirmeler, Urla ilçesinde süs bitkisinde ana ürünün krizantem ve karanfil olduğunu göstermektedir.



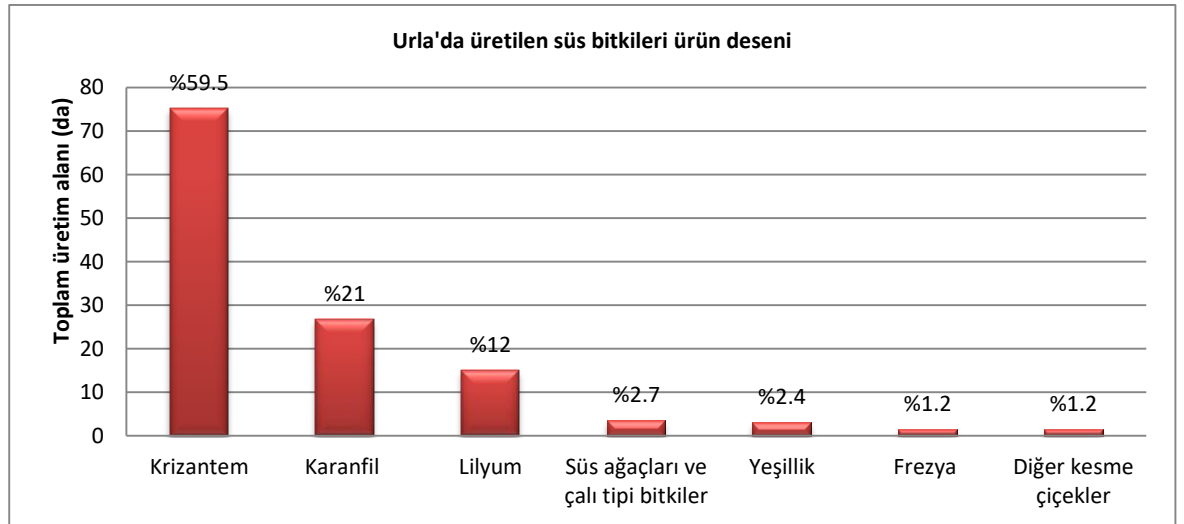
Şekil 1. Merkez ilçede üreticilerin toplam üretim alanları içerisinde çiçek çeşitlerinin dağılımı



Şekil 2. Bayındır'da üreticilerin yetiştirdiklerin ürünlerin dağılımı



Şekil 3. Menderes'te üreticilerin toplam üretim alanları içerisinde çiçek çeşitlerinin dağılımı



Şekil 4. Urfa'da üreticilerin toplam üretim alanları içerisinde çiçek çeşitlerinin dağılımı

Ödemiş'te ankete katılan üreticilerin toplam 400 da'lık üretim alanlarının %69'unda yapraklı ve ibrelili ağaç grubu, %30'inde çalı tipi süs bitkileri, %1'inde ise dış mekan gül üretilmektedir.

Torbalı'da ankete katılan üreticilerin toplam 657.5 da'lık üretim alanlarının %40'inde yapraklı ağaç grubu, %29'unda ibrelili ağaç grubu, %26'sında çalı tipi süs bitkileri, %4'ünde dış mekan gül ve %1'inde ise mevsimlik süs bitkileri üretilmektedir.

Toprak işleme

Kesme çiçeklerden karanfil üreticilerinin %48.3'ü yılda bir, diğer %48.3'lük kısmı iki yılda bir %3.4'ü ise 4 yılda bir sökülüm ve toprak işleme yaptıklarını bildirmişlerdir. Krizantem üreticilerinin %64.5'i yılda bir, %35.5'i yılda iki defa sökülüm ve toprak işleme yaparken, gül üreticilerinin tamamı 6-7 yılda bir, lisianthus üreticilerinin tamamı da yılda bir defa sökülüm

ve toprak işleme yapmaktadır. Cinya üreticilerinin %66.6'sı yılda bir, %33.3'ü ise 3-4 yılda bir; gerbera üreticilerinin yarısı iki yılda bir, diğer yarısı 3-4 yılda bir; frezya üreticilerinin tamamı yılda bir, yeşillik üreticilerinin tamamı ise 10 yılda veya daha fazla sürede sökülüm ve toprak işleme yaptıklarını belirtmişlerdir.

Dış mekan süs bitkilerinden yere dikilen çalı tipi süs bitkileri yılda bir sökülüp toprak işleme yapılırken yere dikilen ibrelili ve yapraklı ağaç grubu süs bitkilerinin genelde 4-5 yıl toprakta kaldığı ve sökülümden sökülüme toprak işleme yapıldığı belirtilmiştir. Bu bitkilerin yetiştiriciliğinde bazı üreticiler kültivatörle çapalama yaparken, bazı üreticiler de ara işleme yapmadıklarını bildirmişlerdir. Soğanlı süs bitkilerinde ise nergis üreticilerinin %20'si soğanlarını hiç sökmediğini ve toprak işleme yapmadığını ifade ederken, %60'ı 4-5 yılda bir veya daha fazla sürede, diğer %20'lik kısmı ise 10 senede bir veya

daha fazla sürede sökülme ve toprak işleme yaptığıını belirtmiştir. Sümbül üreticilerinin %33.3'ü yılda bir, %33.3'ü 4-5 yılda bir veya daha fazla sürede, diğer %33.3'lük kısmı ise 10 senede bir veya daha fazla sürede sökülme ve toprak işleme yapmaktadır.

Sulama kaynakları

İzmir ilinde ankete katılan üreticilerin %69'u sulama suyu kaynağı olarak artezyen, %21'i sulama kuyusu kullanmaktadır. Sulama suyu kaynağı olarak artezyeni kullanan üreticilerden ise %13'ü artezyenden çektiği suyu sulama kuyusunda dinlendirdikten sonra kullandığını belirtmektedir. Yine üreticilerin %2'si şebeke suyu ile sulama yapmakta, %6'sı baraj ve göletlerden çektiği suyu kullanmakta ve %1'i de sulama kuyusu, yetmediği zaman da baraj veya göletten su çektiğini söylemektedir. Üreticilerden yalnızca 1 sümbül üreticisi sulama yapmadığını belirtmiştir. Sulama kaynağı olarak artezyen suyunu kullanan ticari anlamda karanfil yetiştiriciliği yapan üreticilerden biri ise artezyenden suyu çektikten sonra havuza aldığı, havuzda bir dezenfektanla dezenfekte ettikten sonra suyu kullandığını bildirmiştir.

Sulama yöntemi

Ankete katılan kesme çiçek üreticilerinin %67'si hem damla hem yağmurlama sulama yöntemini kullandıklarını belirtmişlerdir. Üreticiler kesme çiçekçilikte yağmurlama sulamayı ilk dikimlerde can suyu vermek amacıyla birkaç gün springleri açarak yapmaktadır. Kesme çiçek üreticilerinden %33'ü ise yalnızca damla sulama yöntemini kullandıklarını söylemişlerdir. Dış mekan süs bitkilerinin yetiştiriciliğinde ise üreticilerin %63'ü sadece yağmurlama sulama yaptıklarını, %3'ü ise yalnızca damla sulama yöntemini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Hem damla hem yağmurlama sulama yapan üreticilerden (%34) genelde mevsimlik, gül ve çalı tipi süs bitkilerinin üretiminde yağmurlama, ibrel ve yapraklı ağaç grubunda saksılarda ve özellikle repikaj yetiştiricilikte (yerde) damla sulama kullanılmaktadır. Dış mekan süs bitkisi yetiştiriciliğinde üreticiler, farklı bitki gruplarının ihtiyaçlarına göre farklı sulama yöntemlerini tercih etmektedir. Örneğin; ibrel ve yapraklı ağaç grupları habitusu büyük bitkiler olduğu için yağmurlama sulamaya uygun değildir. Bu nedenle bu bitki gruplarında damla sulama uygulanmaktadır. Mevsimlik çiçekler, dış mekan gül ve çalı formu süs bitkilerinde ise genellikle küçük tip saksılarda yetiştiricilik yapıldığı ve yerleri kolaylıkla değiştirilebildiği için damla sulama sistemi kurulmamış ve yağmurlama sulama tercih edilmiştir. Ankete katılan soğanlı süs bitkisi üreticilerinden genellikle nergis ve sümbül üreticileri (%56) yağmurlama sulamayı tercih etmektedir. Sümbül üreticilerinden biri (%11) sulama yapmazken, frezya ve lilyum üreticileri ise (%33) hem damlama hem yağmurlama sulama yöntemini kullandığını belirtmiştir.

Soğan temini ve bakım işlemleri

Soğanlı süs bitkisi üreticilerinden nergis ve sümbül üreticileri (%67) soğanını kendi üretirken, frezya ve lilyum üreticileri (%33) soğanlarını dışarıdan satın almaktadır. Dışarıdan satın alan üreticilerin de %33'ü soğanlarını diğer üreticilerden temin ederken, %67'si ithal soğan kullanmaktadır. Üreticiler

dışarıdan soğan alımı sırasında soğanların temiz olmasına, ezik veya çürük olmamasına ve sertifikalı olmasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir.

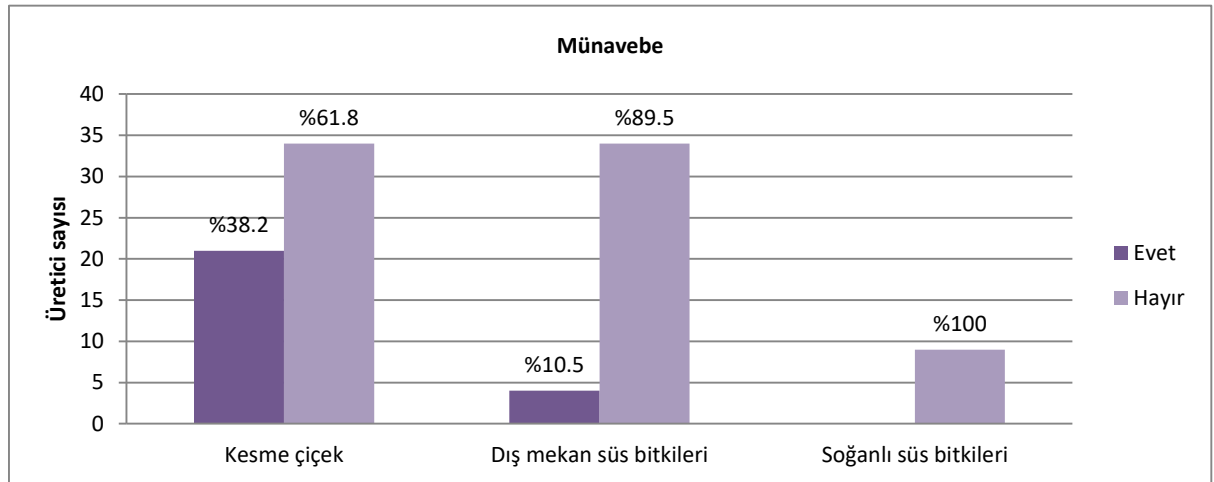
Ankete katılan soğanlı süs bitkisi üreticilerinden frezya ve lilyum üreticileri soğanlarını her sene söktüklerini belirtmişlerdir. Nergis ve sümbül üreticilerinin bir kısmı soğanlarını hiç sökmeyen, bazıları 4-5 yılda bir soğanlarını söktüğünü bildirmiştir. Soğanlı süs bitkisi üreten üreticilerin %67'si soğanların sıklaştığı ve bu nedenle çiçek veriminde düşüş olduğu için söktüğünü ifade etmişlerdir. Üreticilerin %33'ü diğer sebeplerden dolayı soğanlarını sökmektedirler. Bunlardan frezya üreticileri, frezyanın her sene sökülmesi gerektiğini, eğer toprakta kalırsa 2. sene çiçek vermeyeceğini belirtmişler. Lilyum üreticisi ise soğanlarını her sene yenilediğini, eski soğanları attığını bildirmiştir. Soğanlı süs bitkisi üreten üreticilerin %34'ü bir sonraki üretim sezonunda dikmek üzere soğanlarını bir ağaç altında, serin ve gölge bir yerde üzeri açık bir şekilde, %33'ü serin ve gölge bir yerde üzerini çalı çırpıyla örterek, %22'si de depoda beklettiklerini ifade etmişler. Lilyum üreticisi ise her sene yeni soğan diktiğini belirtmiştir. Ayrıca üreticiler soğanların kabuklarını ayırarak, saçakları ayıklayarak, boylama yaparak ve hasta/sağlam olarak ayırarak bakım yaptıklarını bildirmişlerdir.

Hasat ve bakım işlemleri

Ankete katılan üreticilerin %44'ü hasat ve budama gibi bakım işlemlerini işçilere yaptırmaktadır. Bu durum genellikle dış mekan süs bitkilerinin yetiştirildiği ve satışa sunulduğu büyük işletmelerde ve kesme çiçek fidesi üreten veya kesme çiçek ihracatı yapan firmalarda görülmektedir. Bunun dışında üreticilerin %28'i bu işlemleri kendisinin yaptığını, %22'si hem kendisi hem de işçiler tarafından yapıldığını, %6'sı da kendisiyle beraber bu işlemler için diğer üreticilerin veya komşu ve akrabalarının yardım ettiğini belirtmiştir.

Münavebe

Ankete katılan kesme çiçek üreticilerinin %61.8'i münavebe yapmazken, %38.2'si yetiştirdiği ürüne göre değişen sürelerde münavebe yapmaktadır. Örneğin karanfil üreticilerinin bir kısmı 2 senede bir karanfil söktükten sonra başka bir ürünle münavebe yaparken, bir kısmı da toprak kaynaklı hastalıklardan dolayı karanfil her sene söktüklerini ve diğer sene başka bir ürünle münavebe yaptıklarını belirtmişlerdir. Krizantem üreticileri ya her sene ya da sezonluk münavebe yaparken gül üreticilerinin ise tamamı 6-7 senede bir münavebe yaptıklarını bildirmişlerdir. Münavebeye giren ürünler ise yaygın olarak sebze ve sezonluk olarak şebboy gibi diğer süs bitkileri olmakla birlikte bakla, fiğ, mısır gibi diğer ürünlerin yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Dış mekan süs bitkisi üreticilerinden repikajda (yerde) ağaç-ağaçcık üretimi yapanlar hariç hemen hemen hepsi (%89.5) saksıda veya torbada üretim ve yetiştiricilik yaptığı için münavebe yapmamaktadır. Repikajda yetiştiricilik yapan üreticiler ise (%10.5) her sökülme sonra ya başka bir bitki türü dikerek ya da nadasa bırakarak münavebe yaptıklarını belirtmişlerdir. Soğanlı süs bitkisi üreticilerinin tamamı (%100) münavebe yapmamaktadır (Şekil 5).

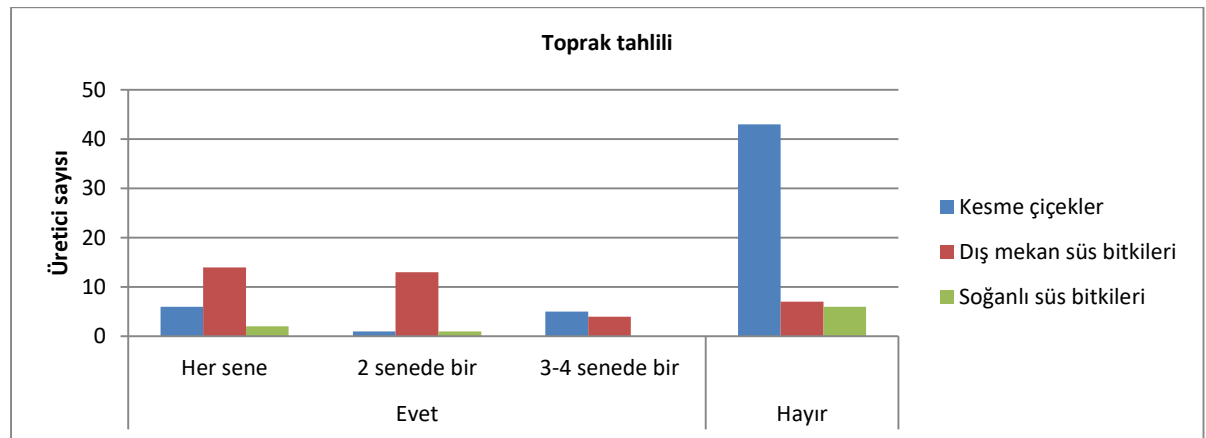


Şekil 5. Münavebe uygulamasının süs bitkisi grupları arasındaki dağılımı

Toprak tahlili

Toprak analizi gübrelemede önemli bir rol oynamaktadır. Kesme çiçek üreticilerinden %78'i düzenli toprak tahlili yaptırmadığını bildirmiştir. Her sene toprak tahlili yaptıran üreticilerden %11'i hem besin elementlerine hem de toprak kaynaklı hastalıklara yönelik tahlil yaptırdığını, diğerleri (%89) ise yalnızca besin elementlerine yönelik yaptırdığını söylemiştir. Kesme çiçek üreticilerinden %2'si 2 senede bir sadece besin elementlerine yönelik tahlil yaptıran, 3-4 senede bir tahlil yaptıran üreticilerden %20'si yine hem besin elementlerine hem de toprak kaynaklı hastalık ve zararlılara yönelik tahlil yaptırdığını belirtmiştir. Dış mekan süs bitkisi üreticilerinden %82'si düzenli olarak toprak tahlili yaptırmaktadır. Dış mekan süs bitkisi üreticilerinin %26.3'ü her sene besin elementleri yönünden tahlil yaptıran %10.5'i her sene hem besin elementi hem de toprak kaynaklı

hastalık ve zararlılar yönünden tahlil yaptırmaktadır. Üreticilerin %34'ü 2 senede bir hem besin elementi hem de toprak kaynaklı hastalık ve zararlılar yönünden tahlil yaptıran %10.5'i 3-4 senede bir besin elementleri yönünden tahlil yaptıklarını belirtmişlerdir. Toprak tahlili yaptırmayan dış mekan üreticilerinin (%18) %16'sı saksı harcında toprak kullanmadıkları için tahlil yaptırmadıklarını belirtirken, %2.5'i ise topraklı saksı harcında da repikaj yetiştiricilikte de hiç tahlil yaptırmadığını bildirmiştir. Soğanlı süs bitkisi üreticilerinin %67'si düzenli olarak toprak tahlili yaptırmamaktadır. Toprak tahlili yaptıran %33'lük kesimin %11'i her sene, %11'i iki senede bir bitki besin elementleri yönünden tahlil yaptıran, %11'lik kesim ise her sene hem besin elementleri yönünden hem de hastalık ve zararlı yönünden tahlil yaptırdığını ifade etmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Süs bitkisi gruplarına göre üreticilerin toprak tahlili yaptırmama dağılımı

Eltez ve Eltez (2005), İzmir'de Bergama ve Dikili ilçelerinde yaptıkları bir araştırmada, seracılık yapan üreticilerin

%33'ünün toprak analizi yaptırmakla gübrelemeye karar verdiklerini, %67'sinin ise toprak analizi yaptırmadan kendi

tecrübelerine göre gübreleme yaptığını belirlemişlerdir. Onaran ve Yanar (2012), Antalya ilinin Demre, Finike ve Kumluca ilçelerindeki örtü altı hıyar üreticileriyle gerçekleştirdikleri bir anket çalışmasında üreticilerin, %81,54'ünün toprak analizine göre gübreleme yaptığını, %18,46'sının ise herhangi bir toprak analizi yaptırmadan gübrelemeye karar verdiği belirlemişlerdir. Ülkemizde Antalya ili Türkiye'de sera alanlarının hem miktar hem de oransal olarak en fazla bulunduğu il konumundadır (Emekli vd., 2008). Özellikle son yıllarda kontrollü koşullarda üretimin yapıldığı modern sera işletmeleri kurulmaya başlanmıştır. Bu işletmeler, teknolojik donanımları yüksek ticari işletmelerdir ve üreticiler tarımsal üretimde daha bilinçli davranmakta, toprak analizi yaptırarak bitkinin ihtiyacına göre gübrelemeye karar vermektedir. Ege Bölgesi'nde özellikle İzmir ilindeki örtü altı süs bitkisi üreticileri ise genellikle teknolojik anlamda çok daha az donanıma sahip çiftçi üreticilerden (küçük aile işletmeleri) oluşmaktadır ve tarımsal üretimde daha geleneksel yöntemleri benimsemiş durumdadırlar. Dolayısıyla bu gibi küçük aile işletmelerinin toprak analizinin gerekliliğinin bilincinde olmadıkları düşünülmektedir. Daha bilinçli üreticilerin ise birçoğu T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın ilçe müdürlükleri kanalıyla toprak analizi yaptırdıklarını ancak sonuçların ellerine ulaşmadığını belirtmişlerdir.

Toprak işleme aletlerinin temizliği

Ankete katılan üreticiden %52'si toprak işleme aletlerini hiç temizlememekte, %15'inin ise bir kısmı fungusit veya bakırlı preparat katkılı su, bir kısmı da yalnızca suyla temizlemektedir. Üreticilerin %33'ü de saksıda dış mekân süs bitkisi üretimi yaptıkları için toprak işleme aleti kullanmadıklarını belirtmektedir. Onaran ve Yanar (2012), yapmış oldukları bir anket çalışmasında; kültürel mücadele yöntemlerinden biri olan toprak işleme aletlerini bir başka serada kullanmadan önce temizleyip temizledikleri sorulduğunda, üreticilerin %92'si temizlemedikleri, %8 ise temizleyerek kullandıklarını ifade etmişlerdir. Duran ve Özkaya (2016), Antalya ili Kumluca ilçesi sera alanlarında yapmış oldukları bir değerlendirmede, üreticilerin % 70'inin ilaçlama sonrası ilaçlama, budama ve toprak işleme aletlerini su ile, % 7'sinin dezenfektan ile temizlediğini, % 23'ünün ise herhangi bir yöntemle temizlemediklerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalara bakıldığında da bizim çalışmamızdaki sonuçlarla örtüştüğü ve üreticilerin budama ve toprak işleme aletlerini dezenfektan ile temizleme eğiliminin çok yaygın olmadığını, en fazla su ile temizledikleri görülmektedir. Budama veya toprak işleme aletlerinin temizlenmesi, hastalık etmenlerinin temiz bitkilere ve/veya temiz üretim alanlarına taşınmaması açısından çok büyük önem arz etmektedir.

Süs bitkisi yetiştiriciliğinde karşılaşılan hastalıklar

Ankete katılan karanfil üreticilerinin tamamında (%100) *Fusarium solgunluğu* (*Fusarium oxysporum*), %46.5'inde

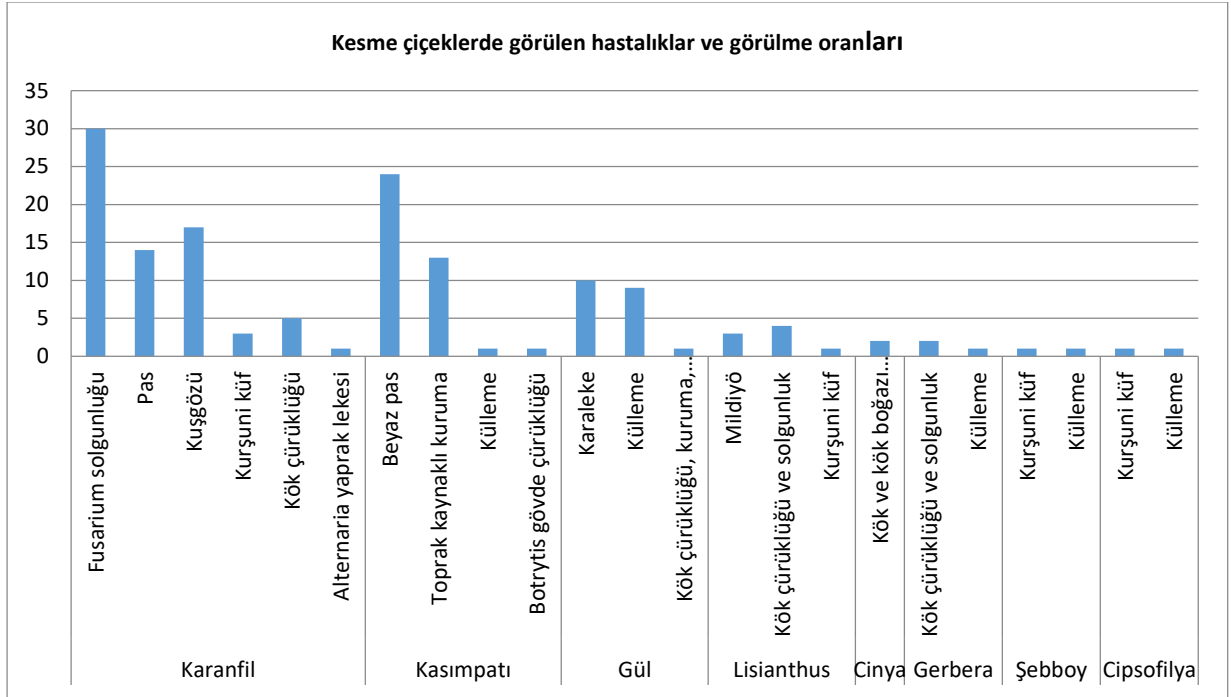
Karanfil pası [*Uromyces dianthi* (Pers.) Niessl.], %56.5'inde kuşgözü hastalığı [*Heterosporium echinulatum* (Berk.) Cooke], %16.5'inde kök ve kök boğazı çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn.), %10'unda kurşuni küf (*Botrytis* sp.), %3.5'inde ise *Alternaria* sp. yaprak leke hastalığının problem olduğu belirlenmiştir. Atakan ve Özkaya (2017), Antalya ilinde yapmış oldukları çalışmada örtü altı karanfil alanlarından %39.1-72.2 arasında değişen oranda *Fusarium* türlerini izole etmiş, *Fusarium* türleri içerisinde ise en yaygın olanının *Fusarium oxysporum* (%26.5-100) olduğu saptanmıştır. Bulgularımız, Atakan ve Özkaya (2017)'nin karanfilde *F. oxysporum*'un yaygınlığına dair elde ettikleri sonuçlar ile örtüşmektedir.

Üreticiler pas ve kuşgözü hastalıklarına karşı önlem alındığı ve koruyucu ilaçlamalar yapıldığı takdirde hastalıkların oluşmadığı veya tek tük görüle bile yayılmasını engellediklerini, kök ve kök boğazı çürüklüklerinin ise ekonomik önem arz edecek boyutta yaygın olmadığını belirtmişlerdir. Ancak *Fusarium* solgunluğuna karşı çaresiz kaldığı, solarizasyon ve metam sodyum ile toprak fumigasyonu uygulamalarının hastalığa karşı bir çözüm oluşturmadığı bildirilmiştir.

Krizantem üreticilerinin %96'sında beyaz pas hastalığı (*Puccinia horiana* Henn.), %52'sinde solgunluk ve kuruma (*Fusarium oxysporum*), %4'ünde külleme ve yine %4'ünde *Botrytis* sp.'in neden olduğu çiçek, gövde ve/veya yapraklarda yanıklık/çürüklük problemi olduğu saptanmıştır. Göre (2008), 2007 yılında İzmir'in Seferihisar, Narlıdere, Torbalı ve Urla ilçelerinde ticari amaçlı kesme çiçek olarak yetiştirilen 12 ayrı krizantem serasında beyaz pas salgınına saptanmış ve etmeni *Puccinia horiana* olarak belirlemiştir. Çalışmamızda, üreticiler, toprak kaynaklı kök ve kök boğazı çürüklüklerinin; krizantem, kök sistemi güçlü bir bitki olduğu için önem arz etmediğini ve yayılmadığını bildirmişlerdir. Anket yapılan krizantem üreticileri, beyaz pasın krizantem yetiştirilen tüm üretim alanlarında görüldüğünü ve hastalığa karşı herhangi bir ruhsatlı preparat bulunmadığını ifade etmişlerdir. Krizantemde külleme ise tek bir üreticinin serasında saptanmış ve üreticinin bu hastalığa karşı fungusit uygulaması dahil herhangi bir önlem almadığı görülmüştür. Gül üreticilerinin tamamında (%100) karaleke hastalığı [*Diplocarpon rosae* (Lib.) Wolf], %90'ında külleme [*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* (Walt.) Lev.] ve %10'unda kök çürüklüğü, kuruma ve bodurlaşma problemi olduğu (*Rhizoctonia* sp., *Fusarium* spp.); lisanthus üreticilerinin %60'ında mildiyö (*Peronospora chlorae* de Bary), %80'inde kök çürüklüğü ve solgunluk (*Fusarium oxysporum*), %10'da ise yapraklarda kurşuni küfe sebep olan *Botrytis* sp.'in problem olduğu belirlenmiştir (Şekil 7). Anket yapılan gül üreticileri külleme hastalığına karşı ruhsatlı preparat bulunduğu için gerekli önlemler alındığında ve ilaçlamalar yapıldığında külleme hastalığının çok büyük bir problem yaratmadığını ancak karaleke hastalığına karşı herhangi bir

ruhsatlı preparat bulunmadığı için hastalığın bir sorun olduğunu belirtmişlerdir. Kesme çiçek üreticilerinin bir kısmında birden daha fazla sayıda hastalık olduğu için oranların toplamı %100'ün üzerinde bulunmuştur. Dış mekan süs bitkilerinde öne çıkan hastalıklar ise; mevsimliklerde özellikle fide kök çürüklüğü ve yetişkin bitkilerde kök ve kök boğazı çürüklükleridir (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* sp.). Özellikle Cezayir menekşesi, petunya, sardunya, rozet ve pervane çiçeklerinde kök ve kök boğazı çürüklüğü (*Rhizoctonia* sp.) yaygın olarak görülmektedir. Bunun dışında mine çiçeğinde külleme, çuha ve sardunya'da

çiçek yanıklığına neden olan *Botrytis* sp., minyatür karanfilede solgunluk (*Fusarium oxysporum*) ve aslanagzında pas (*Puccinia antirrhini* Dietel & Holw.) problemi olduğu belirlenmiştir. Gürcan (1970), Ankara ve ilçelerinde süs bitkilerinde hastalığa neden olan bazı fungal etmenleri teşhis etmiş ve bunların meydana getirdikleri belirtileri, morfolojik yapılarını ve kısa biyolojilerini tanımladığı çalışmasında Aslanagzı (*Antirrhinum majus* L.)'nda pas hastalığına neden olan *Puccinia antirrhini* Diet. et Howl. etmenini tanılamıştır.



Şekil 7. Ankete katılan kesme çiçek üreticilerinin ürünlerinde problem olan hastalıkların görülme oranları

Çalı tipi süs bitkilerinden olan ve yoğun olarak üretimi yapılan taflanda kök ve kök boğazı çürüklüğü ve külleme hastalığı, alev ağacı, Lantana ve ardıç gibi türlerde de kök çürüklüğü problemleri görüldüğü bildirilmiştir. Anket çalışmasının yapıldığı dönemde, belirtilen bitkilerde kök çürüklüğü semptomları görülmediği için herhangi bir izolasyon çalışması yapılmamıştır. Üreticiler, ibrelili ve yapraklı ağaç grubu süs bitkilerinden öne çıkan limon selvi, leylandi ve mazılarda kök ve kök boğazı çürüklüğü ve kuruma problemi yaşandığını belirtmişler ancak hastalıklı bitki örneği alınmadığı için kurumaların nedeni belirlenememiştir. Bunun dışında oya ağacında yoğun olmak üzere ıhlamur ağacında da külleme tespit edilmiştir. Göre (2009), 2008 sonbaharında İzmir'de süs ağaçları ve çalı tipi bitkiler üzerinde yapılan bir surveyde oya ağaçlarında (*Lagerstroemia indica*) külleme hastalığına neden olan *Erysiphe australiana* (syn. *Uncinuliella australiana*) etmenini saptamıştır. Dış mekan süs bitkilerinde görülen fungal hastalıkların hiçbirine karşı ruhsatlı bir preparat

bulunmamakta, bu nedenle üreticiler karşılaştıkları hastalık problemlerine karşı ruhsatsız bitki koruma ürünlerini kullanmak zorunda kalmaktadır.

Ankete katılan dış mekan gül üreticilerinin %89'unda hem karaleke hem de külleme hastalığı, %22'sinde mildiyö (*Peronospora sparsa* Berk.), %11'inde ise kök ve kök boğazı çürüklüğü (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* sp.) problemleri olduğu belirlenmiştir.

Soğanlı süs bitkilerinden nergis üreticilerinin hiçbirisi bir fungal hastalık problemi yaşadıklarını bildirmemişlerdir. Ancak sümbül üretim alanlarının tamamında pas hastalığı ve çiçek yanıklığına neden olan *Botrytis* sp. tespit edilmiş ve oldukça yoğun olduğu saptanmıştır. Bu üründe de ruhsatlı bir preparat bulunmadığı için ilaçlama yapılamamaktadır. Frezya üreticilerinin ikisinin de soğanlarında *Fusarium*'dan kaynaklı çürüklük tespit edilirken, lilyum soğanlarında da *Pythium* ve *Fusarium fungal* etmenlerinden kaynaklanan çürüklükler olduğu belirlenmiştir. Bu probleme karşılık üreticiler dikimden önce soğanları fungusit ilaveli suya

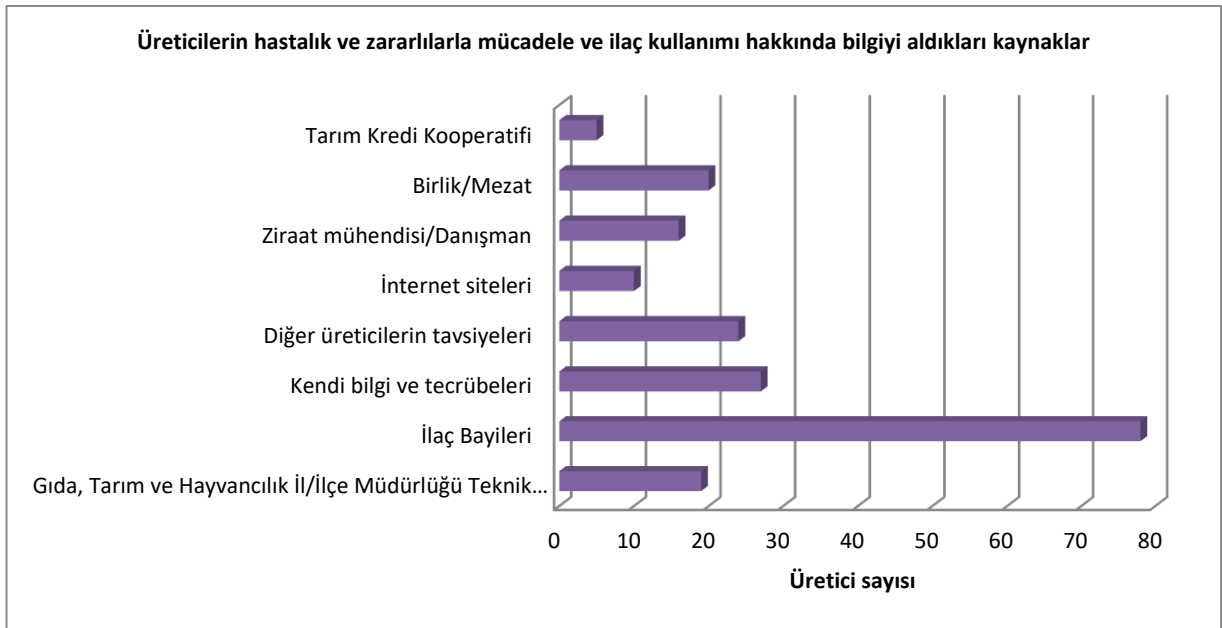
bandırarak veya toprak fumigasyonu yaparak önlemeye çalıştıklarını ifade etmişlerdir.

Tarımsal ilaç kullanımı ile ilgili bilgi temini

Ankete katılan üreticilerin %78'i hastalık ve zararlılarla mücadele ve ilaç kullanımı hakkındaki bilgileri ilaç bayilerinden almaktadır. Bu konuda %27'si kendi bilgi ve tecrübeleri doğrultusunda hareket etmekte, %24'ü diğer üreticilerin tavsiyelerini almakta, %20'si üyesi oldukları birlikler veya Büyük Mezat tarafından bilgilendirilmekte, %19'u Tarım ve Orman Bakanlığı İl ve İlçe Müdürlükleri'nde bulunan teknik elemanlara danışmakta, %16'sı özel olarak çalışan danışman ziraat mühendislerinden bilgi almaktadır. Üreticilerin %10'u bu konuda internet sitelerinden yararlanırken %5'i ise Tarım Kredi Kooperatifleri'nde çalışan

ziraat mühendisleri tarafından bilgilendirildiğini belirtmiştir (Şekil 8). Ankete katılan üreticiler aynı soru için birden daha fazla yanıt verdikleri için oranların toplamı %100'ün üzerinde bulunmuştur.

Tarımsal ilaç kullanımı ile ilgili bilgi temininin hangi kaynaklardan yapıldığı sorusu, üreticilerle yapılan birçok anket çalışmasına konu olmuştur. Örneğin Boz ve ark. (1998)'nin yapmış oldukları çalışmada, araştırmacılar üreticilerin büyük bir kısmının (%40.15) tarım kuruluşlarındaki teknik elemanlara danışma ihtiyacı duymadıklarını, tarımsal ilaç kullanımı ile ilgili bilgileri çoğunlukla ilaç bayilerinden temin ettiklerini bildirmişler.



Şekil 8. Üreticilerin hastalık ve zararlılarla mücadele ve ilaç kullanımı hakkında bilgiyi aldıkları kaynaklar

Pestisit kullanım dozunun belirlenmesinde ise üreticilerin %36.71'inin ilaç etiketleri üzerinde yer alan bilgilere göre, %12.58'inin ilaç bayilerinin önerilerine göre, %9.79'unun ise kendi deneyimlerine göre karar verdiklerini belirtmişlerdir. Ay ve ark. (2006), üreticilerin bitki koruma konusunda karşılaştığı sorunlar ile ilgili olarak çoğunlukla uzman kişi ya da kuruluşlar ve tarım ilacı satan bayilere başvurduklarını belirtmişlerdir. Karataş ve Alaoğlu (2011)'nin çalışmasında, Manisa ili'ndeki üreticilerin %68'inin ilaç bayilerinden (her zaman ve çoğu zaman), %57.4'ünün tarım teşkilatlarından (her zaman ve çoğu zaman) ve %32'sinin ise özel tarım danışmanlarından tavsiye aldığı belirlenmiştir. Erdoğan ve Gökdoğan (2017), çalışmalarında üreticilerin bitki koruma problemlerine karşı ilaç seçiminde tavsiye alınan kurum ve kuruluşların dağılımına baktıklarında, üreticilerin ilaç

seçimine karar verirken %88.9'unun ilaç bayilerinden, %7.9'unun kendi deneyimlerinden ve %2.1'inin tarım teşkilatlarından tavsiye aldıklarını saptamıştır. Erdil ve Tiryaki (2020), üreticilerin %44'ünün ilaçlama zamanını belirlemede, %54.4'ünün ilaç seçiminde ve %63.8'inin uygulamada ilaçlama dozunu belirlemede zirai ilaç bayilerinin önerilerine uyduklarını belirlemiştir. Şimşek ve ark. (2020) ise, yapmış olduğu çalışmada meyve üreticilerinin çoğunluğunun tarımsal kuruluşlardan bilgi edinmediği (%51), herhangi bir sorunu olunca bu kuruluşlardan bilgi aldığı (%28), yalnızca %10'unun örnek götürüp danışarak yararlandığı saptanmıştır. Çalışmamızda üreticilerle yapılan görüşmeler doğrultusunda üreticilerin %47'si hastalıklar hakkında orta düzeyde bilgili olarak kabul edilirken, %32'si az bilgili, %10'u tam bilgili, %11'i ise bilgisiz olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan bu değerlendirmeler ışığında süs bitkisi üretiminde yaygın olarak fungal hastalıklarla karşılaşıldığı ve üreticilerin büyük bir çoğunluğunun hastalıklar ve mücadele yöntemleri konusunda bilgili olduğu gözlenmiştir. Fakat süs bitkilerindeki fungal hastalıklara karşı ülkemizde ruhsatlı bitki koruma ürünlerinin sayısı çok azdır ve çoğunlukla süs bitkileri üretiminde karşılaşılan başlıca hastalıklara karşı ruhsatlı preparat bulunmamaktadır. Bu nedenle üretimde düşüşler ve ekonomik kayıplar görülmekte ve ne yazık ki üreticiler çaresiz kalmaktadır. İzmir ili'nin bulunduğu konum ve iklim koşulları nedeniyle süs bitkileri yetiştiriciliği ve ticareti açısından, önemli bir potansiyele sahip olduğu ve ekonomiye çok büyük katkı sağlayacağı bilinmesine rağmen üretimde kalite ve kantite kaybına yol açan ve sonuçta ciddi ekonomik kayıplara neden olan hastalık etmenleriyle mücadelede yönelik çalışmaların son derece sınırlı olduğu belirlenmiştir. Gerek hastalıkların belirlenmesi gerekse fungal hastalıklar ile mücadele konusunda daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün sağladığı imkanlarla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Anonim (2021) <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 26.10.2021).

Alvarez A M (2016) Diseases of Anthurium. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management, pp 1-61.

Atakan A, Özgönen H (2017) Antalya İli Karanfil Seralarında Toprak Kökenli Fungal Hastalık Etmenlerinin Yaygınlığının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1):216-220.

Ay R, Yalçın Ş, Sökeli E, Karaca İ (2006) Antalya İli Korkuteli İlçesi Sert Çekirdekli Meyve Üretici Profiline Bitki Koruma Uygulamaları Yönünden İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (1): 52-55.

Bay G (2011) Süs Bitkileri Sektör Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Yayını.

Boz Ö, Erol T, Benlioğlu S, Öncüler C (1998) Aydın İli'ndeki Zirai Mücadele Uygulamalarının Sosyo-Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi, Türkiye Entomoloji Dergisi, 22 (2): 123-136.

Duran İ, Özkaya H Ö (2016) Kumluca İlçesi Sera Alanlarında Toprak ve Yaprak Kökenli Fungal Hastalık Etmenlerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1): 111-122.

Eltz S, Eltez R Z (2005) Bergama ve Dikili İlçeleri (İzmir) Sera Potansiyeli ve Seracılık Faaliyetleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2):203-214.

Emekli N Y, Büyüктаş D, Büyüктаş K (2008) Antalya Yöresinde Seracılığın Mevcut Durumu ve Yapısal Sorunları, Batı

Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 25(1):26-39.

Erdil M, Tiryaki O (2020) Manisa İli'nde Çiftçilerin Tarım İlaçları Kullanımı Konusundaki Bilinç Düzeyi ve Duyarlılıklarının Araştırılması, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (1): 81-92.

Erdoğan O, Gökdoğan O (2017) Nevşehir İli'nde Patates Üreticilerinin Bitki Koruma Uygulamaları, Derim Dergisi, 34 (1): 51-60.

Ersöz H U, Öztürk M S (2022) Tarım Kredi Kooperatiflerinde Kooperatif Ortaklarına Ait Ürünlerin Değerlendirilmesinin Önemi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 27 (4): 695-709.

Göre M E (2008) White Rust Outbreaks on Chrysanthemum Caused by Puccinia horiana in Turkey. Plant Pathology (57):786.

Göre M E (2009) Powdery Mildew Caused by Erysiphe sp. on Lagerstroemia indica Newly Reported in Turkey. Plant Pathology (58):397.

Gülçür B (2015) Dünyada, AB'de ve Türkiye'deki Süs Bitkileri Sektöründeki Gelişmeler ile Bu Alandaki Uluslararası Fuarlar. AB Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Gürçan A (1970). Ankara ve İlçelerinde Süs Bitkilerine Arız Olan Mantarların Türleri, Meydana Getirdikleri Simptomları, Morfolojik Yapıları ve Kısa Biyolojileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 399:70.

Kadioğlu İ (2003) Tokat İli'nde Üreticilerin Zirai Mücadele Etkinlikleri Üzerinde Bir Araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (1): 7-15.

Karataş E, Alaoğlu Ö (2011) Manisa İli'nde Üreticilerin Bitki Koruma Uygulamaları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (3): 183-189.

Kelkit A, Bulut Y (1998) Seralarda Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Jeotermal Enerjinin Önemi. Çevre Koruma ve Araştırma Vakfı, 8 (29): 21-24.

Leslie J F, Summerell B A (2006) The Fusarium laboratory manual, 1st ed. Blackwell Publishing Ltd; Oxford, London.

McGovern R J, (2016) Diseases of Lisianthus. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases, Handbook of Plant Disease Management, pp 1-61.

Mülayim Z G (2019). Kooperatifçilik, Yetkin Yayınları, Ankara.

Onaran A, Yanar Y (2012) Antalya İli'nin Demre, Finike ve Kumluca İlçelerinde Hıyar Yetiştiren Sera İşletmelerinde Çiftçi Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2):112-122.

Pscheidt J W, Rodriguez T G (2016) Diseases of Rose. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management, pp 1-61.

- Şimşek A, Dinler H, Duru S (2020) Uşak İli Sert Çekirdekli Meyve Üreticilerinin Fitopatolojik Sorunlara Yaklaşımlarının Belirlenmesi, *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(2): 127-147.
- Trolinger J C, McGovern R J, Elmer W H, Rechcigl N A, Shoemaker C M (2017) Diseases of Chrysanthemum. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) *Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management*, pp 1-61.
- Wolcan S M, Malbrán I, Mourellos C A , Sisterna M N, González M P, Alippi A M, Nico A, Lori G A (2016) Diseases of Carnation. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) *Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management*, pp 1-61.

Nohut ve Mercimek Üretim Miktarı Tahmini İçin Meteorolojik Faktörler Odaklı Makine Öğrenmesi Yaklaşımı: Türkiye Örneği

Hasan Arda BURHAN^{*1}, **Naciye Tuba YILMAZ**²

¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü, Kütahya, Türkiye

²Marmara Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye

Öz: Yemelik tane baklagiller en temel karbonhidrat, lif ve protein kaynakları olarak sağlıklı beslenme için gerekli başlıca vitamin ve mineralleri sağlamaktadırlar. Türkiye’de ise yemelik tane baklagiller, tahıllardan sonra yetiştiriciliği en fazla yapılan tarla bitkileri olup; baklagiller için gen merkezi konumunda olan ülkemizde üretilen başlıcaları; nohut, yeşil ve kırmızı mercimek, fasulye ve bakludur. Öte yandan tarımsal üretimin hava koşullarına karşı oldukça duyarlı olması, hali hazırdaki küresel iklim değişikliğinin çevre, doğal kaynaklar ve üretim sistemleri üzerindeki olumsuz etkilerini daha da önemli kılmaktadır. Bu çalışmada ortalama nem, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış meteorolojik faktörleri ile ekiliş ve üretim değerlerini içeren veri seti kullanılarak Destek Vektör Regresyon (DVR), Karar ağacı Regresyon (KAR) ve Rastgele Orman Regresyon (ROR) makine öğrenmesi yöntemleriyle Türkiye’de üretimi en fazla yapılan yemelik tane baklagil türleri olan nohut ve mercimek için 2021-2022 yılı üretim miktarı ve verim tahmini yapılmıştır. Elde edilen tahminlerin doğruluğu ve buna bağlı olarak kullanılan yöntemlerin geçerliliği, tahminlerin gerçek değerlerle karşılaştırılmasına ek olarak çeşitli performans ölçütleri ile değerlendirilmiştir. Her üç yöntemle elde edilen sonuçlara göre 2022 yılında nohut üretiminde bir önceki yıla göre yaklaşık %25 azalma; mercimek üretiminde ise bir önceki yıla kıyasla %25 ile %65 arası artış tahmin edilmiştir. Tüm yöntemler bağlamında ağaç temelli makine öğrenmesi regresyon modellerinin daha başarılı sonuçlar verdiği ifade edilebilmektedir.

Anahtar kelimeler: Destek vektör regresyon, karar ağacı regresyon, rastgele orman regresyon, nohut, mercimek, baklagiller, verim

Meteorological Factors-Oriented Machine Learning Approach for Chickpea and Lentil Production Estimation: The Case of Turkey

Abstract: Legumes are the most basic carbohydrate, fiber and protein sources and provide essential vitamins and minerals for a healthy nutrition. As a gene center for legumes, edible legumes are the most cultivated field crops after cereals in Turkey and mainly produced ones are chickpeas, green and red lentils, beans and broad beans. Besides, as the agricultural production is very sensitive to weather conditions, it makes the current global climate change even more important because of its negative effects of on the environment, natural resources and production systems. In this study, by using a data set including meteorological factors as average humidity, average temperature, average precipitation in addition to cultivation and production values, estimations of production amounts and yields were performed for chickpeas and lentils by using Support Vector Regression (SVR), Decision Tree Regression (DTR) and Random Forest Regression (RFR) machine learning methods for 2021 and 2022. Also, accuracy and validity of the methods were evaluated by comparing obtained predictions with actual values and by considering various performance evaluation criteria. According to the obtained results by all three methods, in 2022 a 25% decrease in chickpea production and an increase of 25-65% in lentil production is predicted compared to the previous year. In addition, it can also be stated that tree-based machine learning methods yielded more successful outcomes in both predictions

Keywords: Support vector regression, decision tree regression, random forest regression, chickpeas, lentils, legumes, yield

GİRİŞ

Protein zengini gıdaların sürdürülebilir üretimi artan dünya nüfusu için büyük önem taşımaktadır. Baklagiller, yüksek miktarda protein içermelerinin yanı sıra, lizin, lösin, aspartik asit, glutamik asit, arginin gibi temel aminoasitlerle birlikte önemli yağ, lif, karbonhidrat, vitamin ve mineral kaynakları olarak öne çıkmakta ve bu nedenle yüksek derecede besleyici gıda olarak tanınmaktadır (Boye ve ark., 2010; Ton ve ark., 2014). Bu bağlamda farklı nedenlerden hayvansal proteinlerin sağlamadığı veya tercih edilmediği koşullarda baklagiller ikame protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Adak ve ark., 2015).

Diğer taraftan baklagillerin, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kanser riskini azalttığı, yüksek kolesterolü düzenlediği ifade edilmektedir (Pastor-Cavada ve ark., 2011).

Çevreleriyle ilişkileri açısından ise baklagiller, köklerinin yapısal özellikleri dolayısıyla havadaki serbest azotu tutarak bunu toprağa kazandırmakta, böylece hem toprakta birlikte olduğu diğer bitkilere hem de kendisini takiben ekilecek bitkilere fayda sağlamaktadırlar (Dumlu Gül ve Tan, 2013). Ayrıca toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirerek verimliliği artırmakta, erozyon tehlikesi taşıyan arazilerde besin ve toprak kaybını azaltmakta, toprakta sıkışmaya da engel olmaktadır (Ton ve ark., 2014). Hasat sonrasında kayda değer kullanım potansiyeli taşıyan yan ürünler (saman, anız, vb.) bırakan baklagiller, bilhassa yüksek verimli hayvan

***Sorumlu Yazar:** arda.burhan@dpu.edu.tr

Geliş Tarihi: 04 Temmuz 2022

Kabul Tarihi: 27 Nisan 2023

beslenmesi için de dengeli enerji, protein ve mineral içeren yem sağlayarak dolaylı yoldan gıda güvenliğine de katkıda bulunmaktadır (Sherasia ve ark., 2018). Baklagil türleri içinde insan beslenmesi için önem taşıyan yemeklik tane baklagiller bezelye, börülce, bakla, fasulye, mercimek ve nohuttan oluşmaktadır (Pekşen ve Artık, 2005). Bunlar içinde geçmişi 8-10 bin yıllık bir zaman öncesine dayanan ve serin iklim baklagilleri içerisinde yer alan nohut ve mercimek ise Türkiye’de ekimi ve üretimi en fazla yapılan yemeklik tane baklagil türleri olarak öne çıkmakta olup, 2020 yılı itibarıyla toplam yemeklik tane baklagil ekim alanının %48,6’sını nohut, %31’ini ise mercimek oluşturmaktadır; üretim miktarında ise bu rakamlar sırasıyla toplam üretimin %48,5 ve %29’u olarak hesaplanmaktadır (Adak ve ark., 2015; Burucu, 2021; Gülaç, 2021).

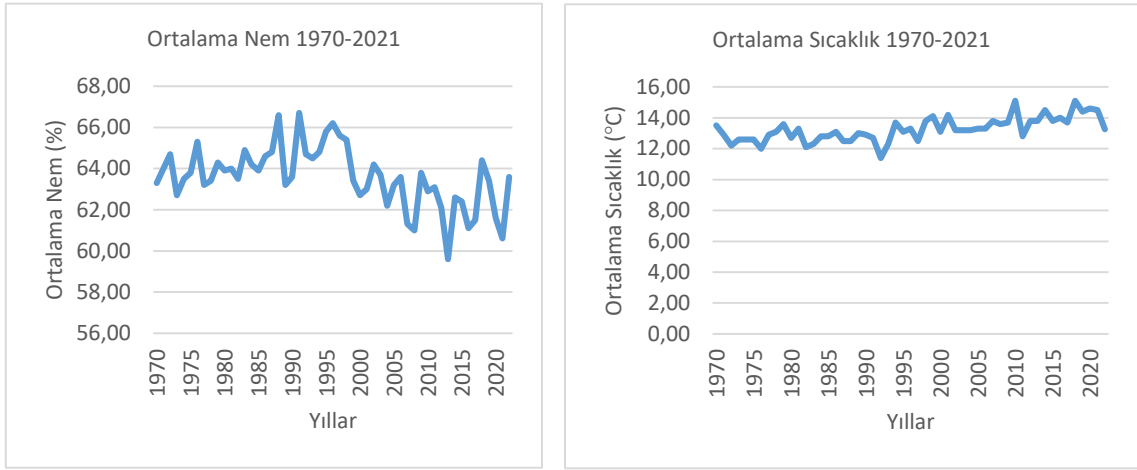
Öte yandan son yıllarda çevresel faktörlerin üretim miktarı üzerindeki doğrudan etkisine uygun olarak hali hazırdaki küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu CO₂ yoğunlaşması, kuraklık, sıcaklık ve nem artışı ile yağış miktarlarındaki dalgalanmaların tarımsal ürünler üzerindeki olumsuz yansımalarına ilgili literatürde açıklıkla değinilmektedir (Ahmed ve ark., 2010; Jeong ve ark., 2016). Örneğin mercimekten sonra kuraklık ve düşük sıcaklığa en dayanıklı bitki olarak ifade edilen nohut için olası normalden fazla yağış, sıcaklık ve yüksek nemin düşük verime sebep olduğu bilinmektedir (Ton ve ark., 2014). Benzer şekilde mercimek de fazla yağıştan olumsuz etkilenmekle birlikte dayanıklılığına karşın aşırı kuraklık halinde verim kaybı söz konusu olabilmektedir (Şahin, 2016). Bu nedenle üretim miktarı ve verim tahminlerinde meteorolojik faktörlerin göz önünde bulundurulması hesaplamalara dahil edilmesi, daha isabetli sonuçların elde edilmesi açısından önem taşımaktadır. Söz konusu değişkenlerin tarımsal üretim miktarı ve verim tahminleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalara Doran ve ark. (2009), Jeong ve ark. (2016), Suzan ve Gürgülü (2019), Deniz ve Hiç (2022) örnek olarak verilebilir. Türkiye’de tarımsal ürünlerin üretim miktarı ve verim tahminini yapan çalışmalarda sıklıkla kullanılan yaklaşımlar otoregresif temelli modeller, çiftli üstel düzeltme yöntemi, Koyck modeli, gri tahmin ve bulanık zaman serisi, geliştirilmiş momentler gibi yöntemlerdir (bkz. Özçelik ve Özer, 2006; Bolat ve ark., 2017; Bars ve ark., 2018; Dörtok ve Aksoy, 2018; Berk ve Uçum, 2019; Başakın ve ark., 2020). Diğer taraftan son yıllarda makine öğrenmesi yöntemleri özellikle tarımsal üretim miktarı ve verim tahmininde kullanılmakta olup; bu alandaki artan ilgi, Benos ve ark. (2021), Bali ve Singla (2022) gibi yayınlanmış literatür taraması niteliğindeki yayınlarda açıklıkla görülebilmektedir. Söz konusu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda en sık kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri Yapay Sinir Ağları (YSA), Derin Sinir Ağları (DSA), Karar Ağacı Regresyon (KAR), Rastgele Orman Regresyon (ROR), K-En Yakın Komşu (KEYK),

Destek Vektör Regresyon (DVR), yöntemleri olarak ifade edilebilir (Benos ve ark., 2021). Türk tarım sektöründe makine öğrenmesi yaklaşımlarının kullanıldığı az sayıda çalışmaya ise Şimşek ve ark. (2007), Varjovi ve Talu (2016), Başakın ve ark. (2020), Vanli ve ark. (2020), Bregaglio ve ark. (2021), Kaya ve Polat (2021) örnek olarak verilebilir. Bu çalışmanın kapsamı doğrultusunda nohut ve mercimek üretim miktarı tahmini ile ilgili literatür incelendiğinde ise oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (bkz. Singh ve Virmani, 1996; Soltani ve ark., 1999; Anwar ve ark., 2001; Sarker ve ark., 2003; Bolat ve ark., 2017; Berk ve Uçum, 2019; Bagheri ve ark., 2020). Öte yandan, Başakın ve ark. (2020) tarafından değinildiği üzere yukarıda verilen çalışmaların büyük çoğunluğunda halihazırdaki üretim değerleri ile karşılaştırarak model başarısının test edilmesi söz konusu olmamıştır. Ayrıca, iklim değişkenlerinin tarımsal üretim miktarı ve verim tahminlerine dahil edilmesinin önemi tarım literatüründe sıklıkla vurgulanan bir husustur. Tüm bunlar gözetilerek bu çalışmada, Türkiye’de ekimi ve üretimi en fazla yapılan yemeklik tane baklagil türleri olan nohut ve mercimek için meteorolojik faktörlerin de dahil olduğu DVR, KAR, ROR makine öğrenmesi modelleri kullanılarak 2021-2022 yılları üretim miktarı ve verim tahmini yapılmıştır. DVR yöntemi, makine öğrenmesi uygulamalarındaki en önemli hususlardan biri olan aşırı öğrenme (overfitting) problemine karşı dirençli oluşu ve ayrıca zaman serisi tahmin uygulamalarında başarılı genelleştirme kapasitesine sahip olması ile; KAR modeli, sınıflandırmada olduğu gibi regresyon için de kullanılabilmesi, eğitim verisi kullanılarak her öznetiliğin düğümlerle temsil edildiği bir model yardımıyla sınıf (hedef) değişkenini tahmin etmesi ve böylece kolay bir yorumlama imkanı sağlaması ile; KAR yöntemine benzer şekilde hem sınıflandırma hem regresyon için kullanılabilir bir yaklaşım olan ROR yöntemi ise içerdikleri birçok karar ağacının, aralarındaki olası korelasyondan kaçınmak için torbalama (bagging) işlemi ile farklı eğitim verisi altkümelerlerinden yetiştirilmesi ile öne çıkmaktadır (Basak ve ark., 2007; Fan ve ark., 2008; Millán-Castillo ve ark., 2019; Rodriguez-Galiano ve ark., 2015).

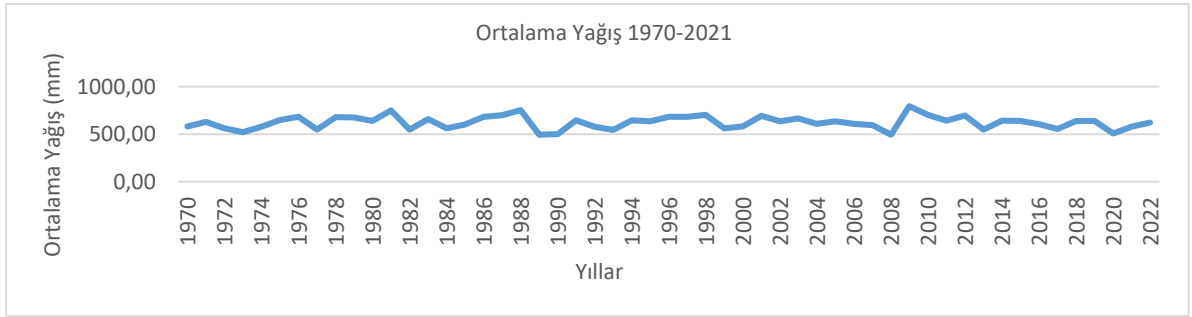
MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın materyalini Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) tarafından sağlanan ve 1938-2021 yılları arasını kapsayan nohut ve mercimek (yeşil ve kırmızı toplam olmak üzere) yıllık ekiliş, üretim değerleri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) veri bankasından elde edilen 1970-2021 yıllarına ait ortalama nem, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış değerlerinin yer aldığı veri seti oluşturmaktadır. Meteorolojik faktörlere ilişkin zaman serisi grafikleri Şekil 1 ve 2’de verilmiştir:



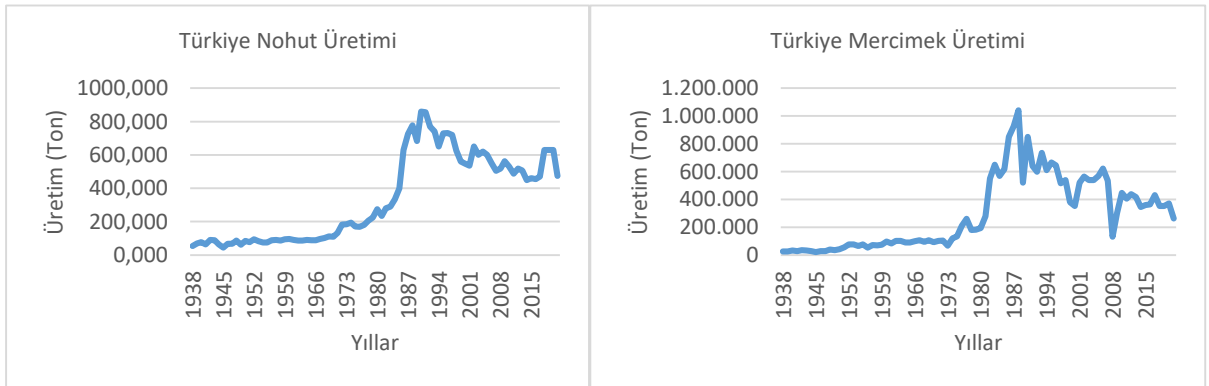
Şekil 1. Türkiye ortalama nem ve sıcaklık zaman grafiği (Kaynak: MGM)



Şekil 2. Türkiye ortalama yağış zaman grafiği (Kaynak: MGM)

Şekil 1'den görülebileceği üzere son 25 yılda Türkiye'de nem oranında bir düşüş ve sıcaklıklarda artış eğilimi olduğu söylenebilmektedir. Öte yandan Şekil 2'ye göre ortalama yağış değerinde 2020'de görülen düşüşün son iki yılda

toparlanma eğilimine girdiği ifade edilebilmektedir. Türkiye nohut ve mercimek üretim miktarlarına ilişkin zaman serisi grafikleri ise Şekil 3'te verilmiştir:



Şekil 3. Türkiye nohut ve mercimek üretimi zaman grafiği (Kaynak: TMO)

Şekil 3'ten görülebileceği üzere nohut üretim miktarında 1990'lara kadar süren artışın, sonraki yıllarda düşüş yönünde eğilim gösterdiği ifade edilebilmektedir. Ayrıca 1980'li yılların ortalarına kadar süren yeşil ve kırmızı toplam mercimek üretimindeki pozitif görünümün bu yılların sonunda keskin bir düşüşle karşılaştığı ve devamında toparlanma sürecine

girdiği görülmektedir. Ancak 1990'lı yıllardan itibaren mercimek üretiminde yeniden bir düşüş eğilimi ve bu eğilimin günümüze kadar devamı söz konusudur.

Yöntem

Çalışmada öncelikle öznelik (girdi) veri setindeki 2021 ve 2022 yıllarına ait eksik değerler ayrı bir veri ön-işleme (data pre-processing) uygulaması altında Python programlama dili ve Scikit-learn kitaplığındaki *SimpleImputer* sınıfı kullanılarak tamamlanmıştır. Söz konusu sınıfa ait *missing_values* parametresi aracılığıyla eksik verilerin olduğu yıllar belirlenmekte, *strategy* parametresinin varsayılan değeri olan ve az sayıda eksik değer içeren veri setleri için kullanışlı bir yaklaşım olan *mean* (ortalama) yöntemi ile ilgili eksiklikler giderilmektedir (Paper, 2020; Uğuz, 2021). Devamında DVR uygulaması için öznelik ölçeklendirme işlemi yapılmıştır. Zira ilgili literatürde, yapılan ölçeklendirme işlemiyle birlikte elde edilecek sonuçların, yapılmadığı duruma kıyasla daha iyi sonuç verdiği belirtilmektedir (Lin ve ark., 2018). Öte yandan ağaç temelli KAR ve ROR yöntemlerinde öznelik ölçeklendirme işlemine gerek duyulmamaktadır (Liu ve ark., 2021). Ayrıca makine öğrenmesinde kurulan modeller, veri seti dışındaki verilerle sınanarak modelin geçerliliği ve kullanılabilirliği incelenmektedir (Uğuz, 2021). Bu bağlamda öncelikle veri seti, eğitim ve test seti olmak üzere ikiye ayrılır ve eğitim seti ile optimize edilen model, test setindeki verilerle karşılaştırılarak performans değerlendirmesine tabi tutulur (Alpaydın, 2004). Literatürde farklı yaklaşımlar olmakla birlikte genellikle verilerin bölünme oranı eğitim seti için %80, test seti için %20 ya da buna yakın değerler olarak belirlenir (Müller ve Guido, 2016). Çalışmadaki veri seti de bu doğrultuda %80'i eğitim, %20'si test seti olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Sonraki adımda 1970-2021 yılları arasındaki nohut ve mercimek ekim ve üretim değerleri ve meteorolojik verilerin yer aldığı veri seti ile DVR, KAR, ROR makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak 2021 ve 2022 yılları için nohut ve mercimek üretim miktarları tahmin edilmiştir. Uygulamanın devamında 2022 yılı için elde edilen nohut ve mercimek üretim miktarı tahminlerine bağlı olarak söz konusu ürünler için verim değerleri hesaplanarak nohut ve mercimek üretimi için 2022 yılı öngörülere yorumlanmıştır. Öte yandan 2021 yılı için elde edilen sonuçların gerçek verilerle kıyaslanması ile tahminlerin doğruluğu ve buna ek olarak literatürde kullanılan performans değerlendirme ölçütleri ile de kurulan modeller ve bu bağlamda ilgili makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanılabilirliği de değerlendirilmiştir. Çalışmada faydalanılan DVR yönteminin temel hedefi, eğitim için kullanılan ve gerçek değer olan y' 'den en çok sapma gösteren veriler için bir fonksiyon bulmak olarak belirtilebilir. Bu doğrultuda DVR uygulamalarında ϵ -duyarsız kayıp fonksiyonu;

$$e_{\epsilon}(r^t, f(x^t)) = \begin{cases} 0 & \text{eğer } |r^t - f(x^t)| < \epsilon \\ |r^t - f(x^t)| - \epsilon & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (1)$$

kullanılmaktadır (Alpaydın, 2004). Tahmin edilen değerler regresyon doğrusu çevreleyen ϵ -tüpü içerisinde olması halinde kayıp sıfır olacağı belirtilmektedir (bkz. Alpaydın, 2004; Kaynar ve ark., 2016). Karar ağaçları ise bileşen ve sonuçların hiyerarşik modelleme ile gösterimine dayanan, sınıflandırmada kullanılabilirliği gibi regresyon için de tercih edilebilen ve parametrik olmayan, bir yaklaşımdır (Rokach ve Maimon, 2015). Bu bağlamda KAR, dallar, iç karar düğümleri ve uç yapraklardan ibaret ağaç modelinin veri kümesiyle bağlantılı olarak çalıştırılarak yaprak seviyesinde sayısal değer elde edilmesine dayanmaktadır (Halepmollası, 2016). Regresyondaki m düğümü için tahmin edilen değer g_m , E_m ise m 'deki varyans ile ilgili olduğunda;

$$g_m = \frac{\sum_t b_m(x^t) r^t}{\sum_t b_m(x^t)}, N_m = |X_m| = \sum_t b_m(x^t), E_m = \frac{1}{N_m} \sum_t (r^t - g_m)^2 b_m(x^t) \quad (2)$$

formülleri ile hesaplanan hata, düğüm için kabul edilebilir olursa ($E_m < \vartheta_r$) bir yaprak düğümü yaratılır ve bu düğüm g_m değerini içerir; aksi halde m düğümüne erişen veri dallardaki hata toplamları minimum olana kadar yine dallara ayrılır (Günaydın ve ark., 2019). KAR yöntemine benzer şekilde hem sınıflandırma hem regresyon için kullanılabilir bir yaklaşım olan ROR yöntemi ise temel olarak birçok karar ağacına ait sonuçlara dayanmaktadır (Lischeid ve ark., 2022).

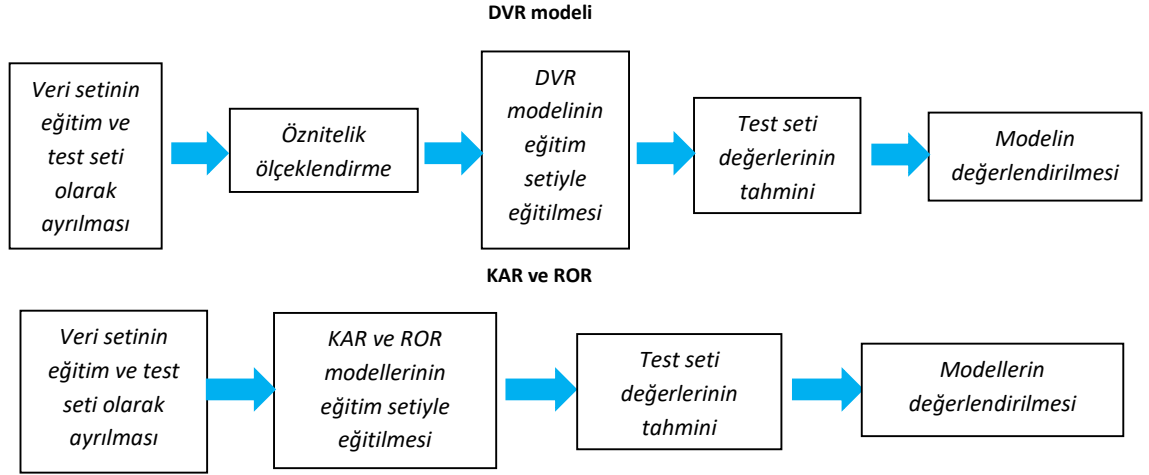
Dolayısıyla $h(x; \theta_k)$ ve $k = 1, \dots, K$ şeklinde gösterilebilecek ağaç tahmincilerine dayanan bir rastgele ormanda x , p uzunluğundaki gözlenen girdi (ortak değişken) vektörünü, X ile θ_k ise bağımsız ve özdeş dağıtılmış rastgele vektörleri temsil etmekte olup ROR tahmincisi;

$$h(x) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K h(x; \theta_k) \quad (3)$$

şeklinde gösterilir (Segal, 2003).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada nohut ve mercimek ekiliş ve üretim değerleri ile meteorolojik faktörlere ilişkin değerlerin yer aldığı tahmin modellerinin eğitilmesi ve üretim miktarlarının tahmini, Python programlama dili ve NumPy, Pandas ve Scikit-learn kitaplıklarındaki ilgili paketler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle DVR ve aynı süreçlere sahip KAR ile ROR modellerine ilişkin model değerlendirmeleri yapılmıştır. İlgili süreç Şekil 4'te verilmektedir:



Şekil 4. Modellere ilişkin değerlendirme adımları

Yukarıda değinildiği üzere denetimli modellerin geçerliliklerinin değerlendirilmesinde, veri seti ilk olarak eğitim ve test veri setleri olmak üzere iki bölüme ayrılmakta -DVR için ek olarak öznitelik ölçeklendirme işlemi gerçekleştirilmekte- ve *fit* işlevi aracılığıyla eğitilen model,

score işlevi ile test verisi üzerinden değerlendirilmektedir (Müller ve Guido, 2016). Eğitim uygulaması ile elde edilen test seti tahmin değerleri (**T**) ve gerçekleşen üretim miktarları (**G**) ve sapmaları gösteren yüzdelik değerleri nohut için Çizelge 1’de, mercimek için Çizelge 2’de verilmektedir:

Çizelge 1. Nohut için test seti tahminleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması

	DVR			KAR			ROR		
	T	G	Sapma (%)	T	G	Sapma (%)	T	G	Sapma (%)
Nohut	616303,5	560000	9,136	535000	560000	-4,673	559154,8	560000	-0,151
	356182	235000	34,022	225000	235000	-4,444	210200	235000	-11,798
	216137,5	275000	-27,234	280000	275000	1,786	243100	275000	-13,122
	627713,2	770000	-22,667	860000	770000	10,465	791800	770000	2,753
	233288,3	183000	21,556	180000	183000	-1,667	197200	183000	7,201
	649950,1	625000	3,839	650000	625000	3,846	689000	625000	9,289
	414444	460000	-10,992	455000	460000	-1,099	380000	460000	-21,053
	673651,9	650000	3,511	725000	650000	10,345	694500	650000	6,407
	740752,2	732000	1,182	730000	732000	-0,274	727000	732000	-0,688
	167320	195000	-16,543	180000	195000	-8,333	188600	195000	-3,393
659541,7	600000	9,028	535000	600000	-12,150	572574,6	600000	-4,790	

Çizelge 2. Mercimek için test seti tahminleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması

	DVR			KAR			ROR		
	T	G	Sapma (%)	T	G	Sapma (%)	T	G	Sapma (%)
Mercimek	458081,5	380000	17,045	353000	380000	-7,649	535387,2	380000	29,023
	297800,4	280000	5,977	302181	280000	7,340	340536,2	280000	17,777
	195037	195000	0,019	183000	195000	-6,557	175900	195000	-10,858
	584105,5	600000	-2,721	735000	600000	18,367	674300	600000	11,019
	206920,5	105000	49,256	92000	105000	-14,130	103500	105000	-1,449
	522685,6	540000	-3,313	515000	540000	-4,854	681500	540000	20,763
	348961,6	360000	-3,163	405952	360000	11,320	401658,1	360000	10,372
	550586,7	565000	-2,618	622624	565000	9,255	582587,2	565000	3,019
	594149,5	645000	-8,559	515000	645000	-25,243	688000	645000	6,250
	134362,7	120000	10,689	92000	120000	-30,435	112800	120000	-6,383
	520358,7	540000	-3,775	622624	540000	13,270	580312	540000	6,947

Öte yandan literatürde genel olarak uygun görülen bölümlendirme olan eğitim seti için verinin %80'i, test seti için %20'si oranlarının tahmin aşamasında gösterdikleri başarının değerlendirilmesinde ise cross-validation (çapraz doğrulama) yönteminin uygulanması önerilmektedir (Matloff, 2017). Cross-validation (CV) sürecinde eğitim verisi

k adet (genel olarak k değeri 5 ya da 10 olarak alınır) parçaya ayrılmakta, ilk parçayı içeren model test verisi olarak ayrılıp, kalan parçalar eğitim seti olarak kullanılmakta ve böylece ilk parça için performans değerlendirilmesi yapılmakta; süreç benzer şekilde tüm parçalar için tekrar edilmektedir (Murphy, 2012). Çizelge 3'te tüm modeller için hesaplanan ortalama CV skorları verilmektedir:

Çizelge 3. Modellere ilişkin CV skorları

Nohut	Modeller	CV skorları
	Destek Vektör Regresyon	0.83
	Karar Ağacı Regresyon	0.76
	Rastgele Orman Regresyon	0.82
Mercimek	Modeller	CV skorları
	Destek Vektör Regresyon	0.52
	Karar Ağacı Regresyon	0.53
	Rastgele Orman Regresyon	0.60

Çizelge 3'te verilen sonuçlara göre, nohut için DVR ve ROR modellerinin %82 civarında tutarlı performans vermesi beklenebilecek iken, mercimek için en yüksek performans değerinin %60 ile ROR modeline ait olduğu belirtilebilmektedir. Diğer taraftan makine öğrenmesi literatüründe genel anlamda regresyon modellerinin

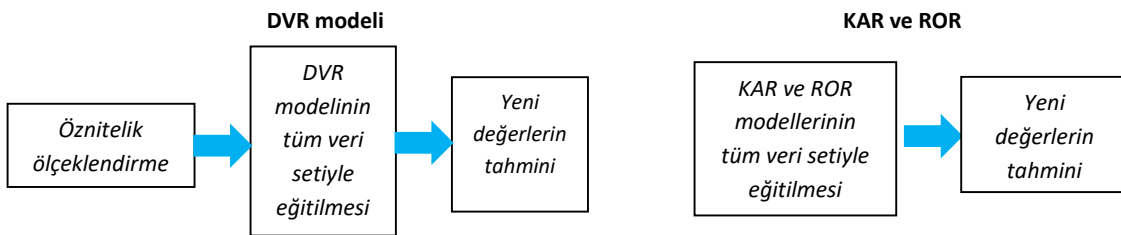
değerlendirilmesi için R^2 değerinin yeterli olduğu ifade edilmektedir (Müller ve Guido, 2016). Bu bağlamda model değerlendirme sürecinin son adımında uygun bir değerlendirme yöntemi olarak ifade edilen R^2 değerleri hesaplanmış ve Çizelge 4'te verilmiştir (detaylar için bkz. Pant ve ark., 2021):

Çizelge 4. Modellere ilişkin R^2 değerleri

Nohut	Modeller	R^2 değerleri
	Destek Vektör Regresyon	0.8944542
	Karar Ağacı Regresyon	0.9600416
	Rastgele Orman Regresyon	0.9681675
Mercimek	Modeller	R^2 değerleri
	Destek Vektör Regresyon	0.9464897
	Karar Ağacı Regresyon	0.870908
	Rastgele Orman Regresyon	0.847917

Elde edilen sonuçlara göre nohut için KAR ve ROR, mercimek için ise DVR modelleri oldukça yüksek R^2 değerleri vermekte, ancak bu durum aşırı öğrenme kaynaklı olabilmektedir. Bu doğrultuda analizin devamında, her üç model kullanılarak 2021-2022 için nohut ve mercimek üretim miktarı tahmini yapılmıştır. Öncelikle hesaplanan 2021 yılı tahmini, analizde

kullanılan veri setinde yer alan ve geçerleme (validation) değeri olarak kullanılan 2021 yılı gerçekleşen üretim miktarı ile karşılaştırılarak modellerin isabetli tahmin yeteneği değerlendirilmiştir. Sonraki adımda ise veri setinde yer almayan 2022 yılı üretim miktarı ve buna bağlı olarak verim tahminleri yapılmıştır. Her bir model için tahmin adımları Şekil 5'te verilmektedir:



Şekil 5. Modellere ilişkin tahmin adımları

Yukarıda verilen tahmin adımları incelendiğinde, DVR modeli için gereken öznitelik ölçeklendirme işlemi dışında üç modelde de veri setinin tamamıyla eğitilerek yeni değerlerin

tahmin edildiği görülebilmektedir. Nohut ve mercimek üretim miktarlarına ilişkin 2021 yılı tahmin ve gerçekleşen değer karşılaştırmaları Çizelge 5'te verilmektedir:

Çizelge 5. 2021 yılı için tahmin ve gerçek değerler karşılaştırması

	DVR		KAR		ROR	
	T	G	T	G	T	G
Nohut	511071.48	475000	280000	475000	333000	475000
	T	G	T	G	T	G
Mercimek	415046.32	263000	430000	263000	348044.9	263000

Çizelge 5'te verilen tahmin sonuçları incelendiğinde 2021 yılı için nohut üretim miktarı tahmininde en yakın sonuç DVR yöntemi ile elde edilirken; mercimek üretim miktarı tahmininde ise en yakın sonucun ROR yöntemiyle elde edildiği görülebilmektedir. Sonraki adımda modeldeki tüm öznitelikler için veri setinde yer almayan 2022 yılı değerleri

veri ön-işleme yöntemleriyle tamamlanmış olup 2022 nohut ve mercimek üretim miktarları tahmin edilmiştir. Bu bağlamda elde edilen tahmin sonuçları kullanılarak son 10 yıla ait nohut ve mercimek ekiliş, üretim ve verim değerlerini içerecek şekilde oluşturulan denge çizelgesi aşağıda verilmektedir:

Çizelge 6. Türkiye nohut ve mercimek denge çizelgesi

Yıl	Nohut			Mercimek		
	Ekiliş (Ha)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/Da)	Ekiliş (Ha)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/Da)
2012	408699	518000	126.74	234768	438000	186.57
2013	418889	506000	120.80	281151	417000	148.32
2014	388169	450000	115.93	243370	345000	141.76
2015	357222	460000	128.77	223772	360000	160.88
2016	351687	455000	129.38	246322	365000	148.18
2017	392673	470000	119.69	292455	430000	147.03
2018	514102	630000	122.54	259374	353000	136.10
2019	517785	630000	121.67	282252	353631	125.29
2020	511561	630000	123.15	247644	370815	149.74
2021	324085*	475000	146.57	285864*	263000	92
2022	323163*	354990.5 ^a	109.84	285864*	328681 ^a	114.97
2022	323163*	343247.7 ^b	106.21	285864*	430000 ^b	150.42
2022	323163*	355079.6 ^c	109.87	285864*	368416.6 ^c	128.87

Kaynak: TMO (2012-2021 yılları için)

* ile gösterilen değerler, veri ön-işleme yöntemleri ile veri setine dahil edilmiş olup, **a** simgesi DVR yöntemi ile tahmin sonucunu, **b** simgesi KAR yöntemi ile tahmin sonucunu, **c** simgesi ise ROR yöntemi ile tahmin sonucunu ifade etmektedir.

Yukarıda verilen tahmin değerleri incelendiğinde 2022 yılı nohut üretiminde, tüm yöntemler dahilinde önceki yıllara ait gerçekleşen üretim miktarlarına göre azalış ve buna bağlı olarak verim değerinde de düşüş beklendiği söylenebilmektedir. Mercimek üretim tahmin değerleri göz önünde bulundurulduğunda ise 2022 yılında tüm yöntemler uyarınca bir önceki yıl gerçekleşen üretim miktarına göre artış olacağı, buna bağlı olarak verimde de yine bir önceki yıla göre belirgin bir artış gözlemlenebileceği ifade edilebilmektedir. DVR ve ROR yöntemine göre 2022 yılında nohut üretiminin yaklaşık 355 bin ton, buna bağlı olarak verim değerinin ise 109,8 kg/da; KAR yöntemine göre ise

üretiminin yaklaşık 344 bin ton, verimin 106,21 kg/da şeklinde gerçekleşeceği öngörülmekte iken; 2022 yılında mercimek üretiminin yaklaşık DVR yaklaşımına göre 328 bin, KAR yöntemine göre 430 bin, ROR yöntemine göre ise 369 bin ton olarak; verim değerlerinin ise sırasıyla yaklaşık 115, 150 ve 129 kg/da şeklinde gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Son olarak yapılan tahminlere ilişkin performans ölçütü olarak öngörü hatalarını yüzde olarak ifade eden ve pratikte sıklıkla kullanılan *Ortalama Mutlak Yüzde Hata* (Mean Absolute Percentage Error (MAPE)) tercih edilmiştir (Myttenaere ve ark., 2016). Elde edilen sonuçlar Çizelge 7'de verilmektedir:

Çizelge 7. Modellerle ilişkin MAPE değerleri

Nohut	Modeller	MAPE değerleri
	Destek Vektör Regresyon	0.1562
	Karar Ağacı Regresyon	0.0538
	Rastgele Orman Regresyon	0.0690
Mercimek	Modeller	MAPE değerleri
	Destek Vektör Regresyon	0.1445
	Karar Ağacı Regresyon	0.1294
	Rastgele Orman Regresyon	0.1337

Genel anlamda, elde edilen MAPE değeri %10'un altında ise tahminlemenin yüksek derecede isabetli olduğu, %10-20 arasında hesaplanan değer iyi derecede isabetli tahmini ifade ettiği, %20-50 arası MAPE değerinin ise makul olarak değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Giraka ve Selvaraj, 2020). Buna göre MAPE değerleri göz önünde bulundurularak model başarıları incelendiğinde her iki ürün için de ağaç temelli modellerin, DVR modeline kıyasla daha başarılı oldukları söylenebilmektedir.

SONUÇ

Nüfusunun 2050 yılı itibarıyla 9,7 milyara ulaşacağıın tahmin edildiği dünyamızda, insan beslenmesinin en önemli kaynaklarından olan tarımsal üretimin de son on yıla nazaran %40 ila %54 arasında artması gerektiği ifade edilmektedir (FAO, 2021). Bu bağlamda yemeklik tane baklagiller, yüksek besin değerleriyle önemli protein ve karbonhidrat kaynakları olarak öne çıkmaktadırlar (Pastor-Cavada ve ark., 2011). Türkiye'de ise yemeklik tane baklagiller, tahılların ardından ekilen alan ölçeğinde ikinci sırada yer almakta olup bunların içinde nohut ile yeşil ve kırmızı olmak üzere mercimeğin toplam yemelik tane baklagil üretimindeki payı 2020 yılı itibarıyla yaklaşık %80 civarındadır (Burucu, 2021; Gülaç, 2021). Ancak her ne kadar Türkiye baklagiller için uygun bir ekolojik yapı sunuyor olsa da, bilhassa yemeklik tane baklagiller için üretim ve verim açısından yıldan yıla dalgalanmaların söz konusu olduğu söylenebilmektedir (Kün ve ark., 2005). Bilhassa küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak azalan yağış miktarı ve artan sıcaklıkların yanı sıra sıcak hava dalgaları ve kuraklık gibi aşırı iklimsel olayların negatif yansımalarının her geçen yıl artacağı ve bu bağlamda tarımın da söz konusu etkilere maruz kalacağı açıklıkla belirtilmektedir (Araújo ve ark., 2021). Buna göre coğrafi açıdan bu etkilere açık bir konumda bulunan Türkiye için de tarımsal verim kaybı ile fiyat oynaklığı-karlılık farklılaşmalarının söz konusu olacağı, ayrıca tarım sektöründe uzun süreli hakimiyeti olan ürün deseninin de bu doğrultuda değişeceği söylenebilmektedir (Deniz ve Hiç, 2022). Bu bağlamda düşük sıcaklıklara dayanıklı oldukları bilinen nohut ve mercimek açısından da yağış rejimindeki belirgin değişiklikler ve olası kuraklık riskinin büyük önem taşıdığı, hatta bu bitkilerin ağırlıklı olarak yetiştirildiği Güney Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri'nin küresel iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışından daha fazla etkileneceği ifade edilmiştir (Doran ve ark., 2009; Bolat ve ark., 2017). Dolayısıyla bilhassa tarımsal üretim ve verimle ilgili yapılan tahmin çalışmalarında meteorolojik faktörlerin dikkate alınması gerektiği söylenebilmektedir. Öte yandan son yıllarda makine öğrenmesi algoritmalarındaki gelişmeler göz önüne alındığında farklı makine öğrenmesi teknikleri de tarım sektöründe uygulama alanı bulmuştur (Tunca ve Köksal, 2021). Daha rekabetçi, üretken ve sürdürülebilir bir

tarım sektörü için Türkiye, 11. Kalkınma Planı çerçevesinde veriye dayalı, sayısallaştırılmış tarımsal bilgi sistemlerini geliştirmeyi hedeflemekte olup, bu bağlamda makine öğrenmesi yöntemlerinin önemli bir potansiyeli beraberinde taşıdığı söylenebilmektedir (SBB, 2019). Bu çalışmada, Türkiye için en önemli yemeklik tane baklagil türlerinden nohut ve mercimek için 2021-2022 yılları üretim miktarları ve buna bağlı olarak verim değerleri, DVR, KAR ve ROR makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan model değerlendirme ölçütleri, özellikle ağaç temelli makine öğrenmesi regresyon yöntemlerinin daha başarılı olmasının beklenebileceğini göstermiştir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre ise 2022 yılında nohut üretiminde önceki yıllara göre azalış, mercimek üretiminde ise özellikle bir önceki yıla kıyasla artış, ayrıca 2022 yılında nohut için azalan, mercimek için ise artan verimin söz konusu olacağı tahmin edilmiştir. İlgili literatür elde edilen tahminlerle karşılaştırma için tekrar gözden geçirilmiştir. Bu doğrultuda Berk ve Uçum (2019)'un 2022 yılı nohut öngörüsünün yaklaşık 1,47 milyon ton olduğu görülmektedir. Bu çalışmada 2022 yılı için elde edilen nohut üretim miktarı tahminleri ise DVR, KAR ve ROR makine öğrenmesi yöntemleri için sırasıyla yaklaşık 355 bin; 344 bin ve yine 355 bin ton olarak hesaplanmış olup, Berk ve Uçum (2019) tarafından öngörülen 2022 değerinin, bu çalışmada hesaplanan tahmin değerlerine kıyasla oldukça yüksek olduğu ifade edilebilmektedir. Söz konusu çalışma dışında literatürde 2022 yılı nohut ve mercimek üretim miktarı tahmin sonuçlarının kıyaslanabileceği başka bir araştırma yer almamaktadır. Bolat ve ark. (2017)'na ait çalışma, en ileri tarih olarak 2021 yılına ait tahmin değerleri sunduğu için karşılaştırmaya dahil edilmemiştir. Kapsam açısından ise bu çalışma, kullanılan veri seti ve yöntemler ölçeğinde önemli sınırlamalar içermektedir. Tarımsal üretim miktarının meteorolojik etmenlerin yanı sıra, tohum, insan etkisi, toprak türü, erozyon, kullanılan gübre ve ilaçlar gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Gopal ve Bhargavi, 2019). Analizde kullanılan modellerin meteorolojik değişkenler odaklı olması, bu çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak ifade edilebilir. Öte yandan çalışmada kullanılan algoritmalarının eğitilmesi ve yapılan tahminler, sınırlı sayıda veri içeren bir veri seti dahilinde gerçekleştirilmiş olup, daha büyük veri setleriyle çalışmanın modellerin tahmin kapasiteleri üzerinde daha olumlu etkide bulunabileceği açıklıkla belirtilebilir. Son olarak DVR, KAR ve ROR gibi üç temel makine öğrenmesi yönteminin kullanılması, bu çalışmaya dair bir diğer sınırlama olarak ifade edilebilir. Halihazırda Türkiye için en önemli yemeklik tane baklagil türleri olan nohut ve mercimek için meteorolojik değişkenler odaklı ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak üretim miktarı ve verim tahmininin, ayrıca yine nohut ve mercimek için gerçek verilerle karşılaştırılarak model ve yöntem değerlendirmesinin

yapıldığı bir çalışmanın bulunmaması, bu çalışmanın ilgili literatüre katkısı olarak ifade edilebilir. Gelecekteki çalışmalarda Türk tarım sektörü için önem taşıyan diğer ürünler göz önünde bulundurularak, ayrıca benzer veya farklı ürünler için daha büyük veri setleri ile farklı makine öğrenmesi yöntemlerinin ve tarımsal üretim miktarını etkileyen farklı değişkenlerin yer aldığı modeller kullanılarak bu çalışmanın sınırlamaları aşılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Adak MS, Kayan N, Benlioğlu B (2015) Yemelik Tane Baklagiller Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. In Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildirileri, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 387-399.
- Ahmed S, Muhammad I, Kumar S, Malhotra R, Maalouf F (2010) Impact of Climate Change and Variability on Diseases of Food Legumes in the Dry Areas. Proceedings of International Conference on Food Security and Climate Change in Dry Areas, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Amman, 157-165.
- Alpaydın E (2004) Introduction to Machine Learning. The MIT Press. Cambridge, MA.
- Anonim (2022) Türkiye Nohut ve Mercimek Ekiliş-Üretim Verim ve TMO Alımları. TMO, Ankara. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/istatistikler/tablolari/9nohuteuva>, <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/istatistikler/tablolari/8mercimekeuva.pdf> (Erişim Tarihi: 01/05/2022).
- Anwar M, McKenzie B, Hill G, Peri P (2001) A Predictive Model of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Yield. *Agronomy New Zealand*, 31: 1-11.
- Araújo SO, Peres RS, Barata J, Lidon F, Ramalho JC (2021) Characterising the Agriculture 4.0 Landscape—Emerging Trends, Challenges and Opportunities. *Agronomy*, 11(4): 667.
- Bagheri A, Zargarian N, Mondani F, Nosratti I (2020) Artificial Neural Network Potential in Yield Prediction of Lentil (*Lens Culinaris* L.) Influenced by Weed Interference. *Journal of Plant Protection Research*, 60(3): 284–295.
- Bali N, Singla A (2022) Emerging Trends in Machine Learning to Predict Crop Yield and Study its Influential Factors: A Survey. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(1): 95-112.
- Bars T, Uçum İ, Akbay C (2018) ARIMA Modeli ile Türkiye Fındık Üretim Projeksiyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21: 154-160.
- Başakın EE, Ekmekcioğlu Ö, Özger M, Çelik A (2020) Dalgacık Bulanık Zaman Serisi Yöntemi ve Gri Tahmin Yöntemi ile Türkiye Buğday Verimi Tahmini. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3): 246-252.
- Benos E, Tagarakis AC, Dolias G, Berruto, R., Kateris, D., & Bochtis, D. (2021). Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review. *Sensors*, 21(11): 3758-3813.
- Berk A, Uçum İ (2019) Türkiye'nin Nohut Üretimini ARIMA Modeli ile Tahmini. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 2284-2293.
- Bolat M, Ünüvar Fİ, Dellal İ (2017) Türkiye'de Yemelik Baklagillerin Gelecek Eğilimlerinin Belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 3(2): 7-18.
- Boye J, Zare F, Pletch A (2010) Pulse Proteins: Processing, Characterization, Functional Properties and Applications in Food and Feed. *Food Research International*, 43: 413-431.
- Bregaglio S, Fischer K, Ginaldi F, Valeriano T, Giustarini L (2021) The Hades Yield Prediction System—A Case Study on the Turkish Hazelnut Sector. *Frontiers in Plant Science*, 12: 1-14.
- Burucu D. (2021) Ürün Raporu Nohut 2021. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 25/04/2022).
- Deniz M, Hiç Ö (2022) İklim Değişikliği ve Tarımın Değişen Yüzü: Artan Riskler, Tarımdaki Daralmalar ve Orman Yangınları Sonrası Politika Önerileri. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1): 12-22.
- Doran İ, Koca, YK, Kılıç T (2009) Olası İklim Değişiminin Diyarbakır Tarımına Etkileri. In V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara, 369-377.
- Dörtok A, Aksoy, A (2018) Türkiye Buğday Sektörünün Eşanlı Model Yöntemiyle Tahmini. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4): 580-586.
- Dumlu Gül Z, Tan M (2013) Baklagil Yem Bitkilerinin Silajlık Olarak Kullanılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44(1): 188-193.
- FAO (2021) The State of Food and Agriculture 2021: Making Agrifood Systems More Resilient to Shocks and Stresses. FAO, Rome. <https://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf>, (Erişim Tarihi: 20/04/2022)
- Giraka O, Selvaraj VK (2020) Short-Term Prediction of Intersection Turning Volume Using Seasonal ARIMA Model. *Transportation Letters*, 12(7): 483-490
- Gopal PS, Bhargavi R (2019) Performance Evaluation of Best Feature Subsets for Crop Yield Prediction Using Machine Learning Algorithms. *Applied Artificial Intelligence*, 33(7): 621-642.
- Gülaç ZN (2021) Ürün Raporu Mercimek 2021. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.

- <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 25/04/2022)
- Halepmollası R (2016) Alt Sekans Profil Haritaları Kullanılarak Protein Katlanması Tanıma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Jeong JH, Resop JP, Mueller ND, Fleisher DH, Yun K, Butler EE, . . . , Kim SH (2016) Random Forests for Global and Regional Crop Yield Predictions. *PLoS One*, 11(6): e0156571.
- Kaya Y, Polat N (2021) Bitki İndeksleri Kullanarak Buğday Bittisinin Rekolte Tahmini. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(1): 99-110.
- Kaynar O, Yüksek G, Demirkoparan F (2016) Genetik Algoritma ile Eğitilmiş Destek Vektör Regresyon Kullanılarak Türkiye'nin Elektrik Tüketim Tahmini. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 66(2): 45-60.
- Kün E, Çiftçi CY, Birsin M, Ülger AC, Karahan S, Zencirci N, . . . , Atak M (2005) Tahıl ve Yemelik Dane Baklagiller Üretimi. In *Türkiye Tarım Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiriler*, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 367-407.
- Lin AY, Zhang M, Selpi S (2018) Using Scaling Methods to Improve Support Vector Regression's Performance for Travel Time and Traffic Volume Predictions. In: Rojas I, Pomares H, Valenzuela O (eds), *Time Series Analysis and Forecasting. ITISE 2017 Contributions to Statistics*, Springer, Cham, 115-127.
- Lischeid G, Webber H, Sommer M, Nendel C, Ewert F (2022). *Machine Learning in Crop Yield Modelling: A Powerful Tool, But No Surrogate For Science. Agricultural and Forest Meteorology*, 312: 108698.
- Liu Y, Miller E, Habib KN (2021) Detecting Transportation Modes Using Smartphone Data and GIS Information: Evaluating Alternative Algorithms for an Integrated Smartphone-Based Travel Diary Imputation. *Transportation Letters*, 1-11.
- Matloff N (2017) *Statistical Regression and Classification - From Linear Models to Machine Learning*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Murphy KP (2012) *Machine Learning - A Probabilistic Perspective*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Müller AC, Guido S (2016) *Introduction to Machine Learning with Python - A Guide for Data Scientists*. O'Reilly Media, Inc. Sebastopol, CA.
- Myttenaere A. de, Golden B, Le Grand B, Rossi F (2016) Mean Absolute Percentage Error for Regression Models. *Neurocomputing*, 192: 38-48.
- Özçelik A, Özer OO (2006) Koyck Modeliyle Türkiye'de Buğday Üretimi ve Fiyatı İlişkisinin Analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(4): 333-339.
- Pant J, Pant RP, Singh MK, Singh DP, Pant H (2021) Analysis of Agricultural Crop Yield Prediction Using Statistical Techniques of Machine Learning. *Materials Today: Proceedings*, 46: 10922-10926.
- Paper D (2020) *Hands-on Scikit-Learn for Machine Learning Applications - Data Science Fundamentals with Python*. Apress. Logan, UT.
- Pastor-Cavada E, Juan R, Pastor JE, Alaiz M, Vioque J (2011) Nutritional Characteristics of Seed Proteins in 15 Lathyrus Species (Fabaceae) from Southern Spain. *LWT - Food Science and Technology*, 44: 1059-1064.
- Pekşen E, Artık C (2005) Antibesinsel Maddeler ve Yemelik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2): 110-120.
- Rokach L, Maimon O (2015) *Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore.
- Sarker A, Erskine W, Singh M (2003) Regression Models for Lentil Seed and Straw Yields in Near East. *Agricultural and Forest Meteorology*, 116: 61-72.
- SBB (2019) 11. Kalkınma Planı (2019-2023). Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara. <https://www.sbb.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 05/05/2022).
- Sherasia PL, Garg MR, Bhandari BM (2018) Pulses and Their By-Products as Animal Feed. *United Nations. Rome*.
- Singh P, Virmani S (1996) Modeling Growth and Yield of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.). *Field Crops Research*, 46: 41-59.
- Soltani A, Ghassemi-Golezani K, Khooie F, Moghaddam M (1999) A Simple Model for Chickpea Growth and Yield. *Field Crops Research*, 62: 213-224.
- Suzan U, Gürgülü H (2019) Küresel Isınma ve İklim Değişikliği ile Meydana Gelen Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkileri. In: Yılmaz, FI (eds), *ERASMUS Symposium*, Asos Yayınevi, Elazığ, 49-62.
- Şahin G (2016) 2016 Uluslararası Bakliyat Yılı Hasebiyle Türkiye'de Mercimek. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(4): 1665-1696.
- Şimşek O, Mermer A, Yıldız H, Özyayın K A, Çakmak B, (2007) Agrometshell Modeli Kullanılarak Türkiye'de Buğdayın Verim Tahmini. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3): 299-307.
- Ton A, Karaköy T, Anlarsal AE (2014) Türkiye'de Yemelik Tane Baklagiller Üretiminin Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(4): 175-180.

Tunca E, Köksal ES (2021) Sentinel 2 Uydu Görüntülerinden Bitki Türlerinin Makine Öğrenmesi ile Belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1): 189-200.

Uğuz S (2021) Makine Öğrenmesi - Teorik Yönleri ve Python Uygulamaları ile Bir Yapay Zeka Ekolü. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara.

Vanli Ö, Ahmad I, Ustundag BB (2020) Area Estimation and Yield Forecasting of Wheat in Southeastern Turkey

Using a Machine Learning Approach. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 48(12): 1757-1766.

Varjovi MH, Talu MF (2016) Kayısı için Otomatik Rekolte Tahmin Sistemi. In International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing, Inonu University, Malatya, 1-5.

Population Dynamics of the Greenhouse Whitefly [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) Aleyrodidae, Hemiptera] in Broccoli Greenhouse in Malatya, Turkey

Fulya KAYA APAK *¹ 

¹ Adnan Menderes University, Koçarlı Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Laboratory Technology Program, Koçarlı, Aydın

Abstract: Malatya, renowned as the apricot capital, has faced significant challenges in recent years as producers have been unable to harvest any yields from their apricot trees due to recurring frost problems in the region. Consequently, farmers have shifted their focus towards cultivating vegetables as an alternative in response to the unyielding frost problems affecting apricot production. Within the realm of greenhouse production, numerous pests exert a substantially impact on both the yield and quality of vegetables. One of the prominent pest responsible for inflicting significant harm to vegetables is the greenhouse whitefly, scientifically known as *Trialeurodes vaporariorum* [Westw.] (Hemiptera: Aleyrodidae). *T. vaporariorum* is a highly prevalent pest that can be found infesting a diverse range of ornamental and horticultural plants. Its adaptability is evident in its extensive host range, encompassing over 300 recorded species that serve as hosts for this pest. This study aimed to investigate the population fluctuations of *T. vaporariorum*, a pest encountered in greenhouse broccoli production within the province of Malatya. For this experiment, three yellow sticky traps measuring 15x20 cm were suspended at a height ranging from 15 to 30 cm above the plants within the greenhouse. The number of *T. vaporariorum* individuals captured on the traps was recorded, and the traps were replaced with new ones on a weekly basis. Additionally, *T. vaporariorum* populations were assessed by counting the number of individuals present on ten leaves once per week. The emergence of adult whiteflies was observed in the first year on October 23rd, with a density of 3 adults per 10 leaves. In the second year, the presence of adult whiteflies was noted on November 4th, with a density of 2 adults per 10 leaves. In the first year, the population of *T. vaporariorum* reached its peak, reaching 72 adults and nymphs per 10 leaves. In the second year, the population peaked at 58 adults and nymphs per 10 leaves. In the first year, the populations of greenhouse whiteflies surpassed the economic threshold level by 5 adults and nymphs per leaf on six occasions. Similarly, in the second year, the threshold was exceeded two times. To enhance the quality and efficiency of produce, it is ought to implement control measures for greenhouse whiteflies when their population surpasses the economic threshold value.

Keywords: Damage, Horticultural plants, Pest, Population development, Vegetables

Sera Beyazsineği [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) Aleyrodidae, Hemiptera] nin Malatya İli Brokoli Serasındaki Populasyon Dalgalanmaları

Öz: Kayısının başkenti olarak bilinen Malatya ilinde üreticiler ilde yaşanan ilkbahar son don problemleri nedeniyle bazı yıllar kayısı ağaçlarından hiç ürün alamamaktadırlar. Bu sorunlar nedeniyle kayısı dışında alternatif bir üretime yönelme ve kış aylarında sebze yetiştirmeye yönelerek daha fazla kazanç elde etme çabası günümüzde sebze üretimine olan ilgiyi yeniden artırmaktadır. Örtü altında bitkisel üretim yapılan alanlarda birçok zararlı verimi ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir. Bölgemizde sebzelerde önemli zarar meydana getiren türlerden birisi de sera beyazsineğidir. *T. vaporariorum* süs bitkileri ile bahçe bitkilerinde yaygın olarak bulunan bir zararlıdır ve çok geniş bir konukçu yelpazesine sahip olan türün 300'den fazla konukçusu bulunmaktadır. Bu çalışmada örtü altı brokoli üretiminde karşılaşılan sera beyazsineği *Trialeurodes vaporariorum* [Westw.] (Hemiptera: Aleyrodidae)' nin Malatya ili sera koşullarında populasyon dalgalanması araştırılmıştır. Sera içerisine bitkilerin 15-30 cm yüksekine 10x15 cm büyüklüğündeki 3 adet sarı yapışkan tuzak asılmıştır. Tuzaklarda yakalanan *T. vaporariorum* bireyleri her hafta sayılarak tuzaklar yenileriyle değiştirilmiştir. Ayrıca haftada bir on yaprak üzerinde de zararlı sayımı yapılmıştır. İlk yıl *T. vaporariorum* erginleri ilk kez 23 Ekim tarihinde 0.3 ergin / tuzak yoğunlukta tuzaklarda yakalanırken, ikinci yıl ilk kez 4 Kasım tarihinde 0.2 yoğunlukta tuzaklarda yakalanmıştır. Denemenin ilk yılında en fazla 7.2 ergin + nimf / yaprak olarak belirlenen populasyon, denemenin ikinci yılında en fazla 5.8 ergin+ nimf / yaprak olarak belirlenmiştir. Sera beyazsineği populasyonu ilk yıl 6 defa, ikinci yıl ise 2 defa ekonomik zarar eşliğinin (5 ergin+nimf/yaprak) üzerine çıkmıştır. Daha kaliteli ve verimli ürün alabilmek için sera beyazsineği populasyonu ekonomik zarar eşliğini aştığında zararlıya karşı mücadele edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Bahçe bitkileri, Populasyon dalgalanması, Sebze, Zarar, Zararlı.

INTRODUCTION

Despite being predominantly known for apricot cultivation, Malatya province had the capacity to export vegetables to neighboring provinces during the summer months until the 1980s. However, the establishment of apricot orchards in irrigated agricultural regions during this period led to a

*Corresponding Author: fulya.apak@adu.edu.tr

The submitted date: August 5, 2022

The accepted date: June 21, 2023

decline in vegetable production. When examining the historical product pattern of Malatya province, particularly in Battalgazi where extensive apricot production takes place, it becomes evident that the soils in the region are highly suitable for vegetable cultivation. As a result, intensive vegetable farming is practiced. In the Battalgazi District, with 85% of the highest soil fertility in Malatya Province, a significant majority of the population is engaged in agricultural activities (Yakar *et al.*, 2004). The occurrence of spring frost issues in the province has resulted in producers facing an inability to harvest any products from their apricot trees (Asma, 2011). Consequently, these challenges have caused a growing interest among farmers to explore alternative production methods and pursue vegetable cultivation during the winter months as a means to generate additional income. As a result of this increased interest, producers have started to explore various vegetable productions. However, it should be noted that the potential pests specific to vegetable crops in the region where greenhouse cultivation began in 1999 remain largely unknown (Yakar *et al.*, 2004). Agricultural activities are conducted across a vast area of 2 056 957 decares in Malatya province. The cultivation practices encompass fruits and spices (987 717 decares, producing 382,729 tons), vegetables (41 914 decares, producing 103 085 tons), cereals (1 027 301 decares, producing 750 744 tons), and ornamental plants (50 000 m², consisting of 160 000 plants). Additionally, greenhouse production is also carried out across 25 decares, yielding 302 tons of produce.

Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) from the Cruciferae family is a significant vegetable species known for its positive impact on human health (Talalay and Fahey, 2001; Vural *et al.*, 2000). The productivity of broccoli is primarily influenced by temperature, as well as water and fertilizer requirements (Nonnecke, 1989; Wur *et al.*, 1995). Under favorable conditions, numerous insect species can thrive and reach high populations. Among these, Hemiptera is the predominant pest order found in most commercial vegetable cultivation areas. Whiteflies, specifically, are noteworthy pests affecting both vegetables and ornamental plants (Byrne *et al.*, 1990).

In greenhouse environments, the presence of various pests significantly impacts both the yield and quality of crops. Among the major pests encountered are red spider mites (Acarina: Tetranychidae), thrips (Thysanoptera: Thripidae), aphids (Hemiptera: Aphididae) (Canbay *et al.*, 2011), whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) (Öncüer *et al.*, 1994; Eltez and Koçer, 2006), and leafminers (Diptera: Agromyzidae) (Yıldırım, 2002).

The greenhouse whitefly, scientifically known as *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Hemiptera: Aleyrodidae), is a serious pest inflicting significant damage to vegetable crops. This widely distributed species affects both ornamental and horticultural plants, displaying an extensive host range with over 300 recorded species (John, 2001). While it typically does not thrive in tropical regions, it

manages to survive in colder climates by taking shelter in greenhouses during winter.

Both adult and nymph stages of *T. vaporariorum* cause three distinct types of harm to plants. Firstly, they directly extract plant sap through suction. Additionally, the extensive sugar secretions by these insects result in plants becoming covered in honeydew. Furthermore, *T. vaporariorum* is capable of transmitting plant viruses (Gamarra *et al.*, 2016). The presence of honeydew also creates favorable conditions for saprophytic fungi to develop, leading to the formation of fumagine on the sugary substances they secrete (Lodos, 1986).

Previous studies have highlighted that the cotton whitefly *Bemisia tabaci* was the prevailing species (Özgür and Şekeroğlu, 1986; Öncüer *et al.*, 1994). However, more recent investigations have indicated that *T. vaporariorum* poses a significant threat to various plants cultivated in cool regions within greenhouses (Lodos, 1986), and has been observed in all greenhouses prior to the flowering stage (Yaşarakıncı and Hıncal, 1997; Wintermantel, 2004; Uygun *et al.*, 2011; Yılmaz and Durmuşoğlu, 2012; Dursun *et al.*, 2013; Karaca and Gökçe, 2014; Darshane *et al.*, 2017).

Broccoli plants with symptoms of leaf curling, enation, fasciation, dwarfing, vein banding, swelling, and cracking symptoms were observed in greenhouse-grown plants in Malatya province. The presence of white fly was observed on and around the symptomatic plants. Based on sequence data, phylogeny analysis and virtual restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis, an unidentified and uncultured bacterium has been reported in broccoli plants in Malatya. In this study, the population fluctuation of the greenhouse whitefly *T. vaporariorum* encountered in greenhouse broccoli production was investigated in the greenhouse conditions of Malatya province. Broccoli was a new product for Malatya and this subject has been chosen since Malatya has not been studied on this subject before, and due to the suspicion of being a vector of the uncultured bacterium.

MATERIALS AND METHODS

The emergence period and population dynamics of the greenhouse whitefly, *T. vaporariorum*, were investigated in broccoli plants grown in unheated plastic greenhouses in Malatya (Battalgazi) province from 2015 to 2017. The broccoli plants were initially planted on October 1, 2015, in the first year, and on October 7, 2016, in the second year. Cultural practices including irrigation and fertilization were properly implemented throughout the study. However, it's important to note that no pesticides were used in the experiment. To monitor the population fluctuation of the greenhouse whitefly, *T. vaporariorum*, in the greenhouse, plant samples were collected on a weekly basis from the seedling stage until the end of the harvest period. The whiteflies present on the leaves were counted each week, following the methodology outlined by Mound (1966), Hill (1969), Martin (1987), Koca and Kütük (2019). Each week, ten leaves were sampled, and the total number of adult whiteflies, nymphs, and empty shells were counted

individually for each sample. *T. vaporariorum* was identified according to Aguiar and Pita (1995). For further analysis, adult whiteflies were counted, and the leaves containing the insects were carefully collected and placed in paper bags. In the laboratory, these leaves were examined under a stereo microscope to count the nymphs and pupae of *T. vaporariorum* found on them.

To monitoring the activity of adult flies and determine the population fluctuations of the pest, three sticky yellow traps measuring 10 x 15 cm were hung at a height of 15-30 cm above the plant canopy immediately after planting in the greenhouses. These traps were inspected once a week, and the captured adult whiteflies were counted. The traps were then replaced with new ones to ensure accurate monitoring of the population dynamics of *T. vaporariorum*.

RESULTS AND DISCUSSION

In the first year of the study, adult *T. vaporariorum* were initially observed in the broccoli greenhouse on October 23,

with a density of 0.3 adults per leaf (Fig. 1). Subsequently, on December 4, 2015, and February 26, 2016, the population of adult whiteflies reached its peak, reaching the highest level of 6.3 adults per leaf (Fig. 2-3-4). Notably, the intensity of the pest on the leaves during the vegetation period exhibited notable peaks on November 20 (5.2 adults per leaf), November 27 (5.7 adults per leaf), December 4 (6.3 adults per leaf) in 2015, and February 26 (6.3 adults per leaf) in 2016 (Fig. 1). The nymph population of the white fly, *T. vaporariorum*, was first observed on November 6, 2015, with a density of 0.2 nymphs per leaf. On January 1 and February 4, 2016, the nymph density was recorded as 0.1 nymphs per leaf, which was the lowest observed during the study period. The highest density of nymphs, reaching 0.9 nymphs per leaf, was observed on December 4, 2015. Additionally, the number of empty pupa shells, which were first observed on November 6, 2015, was found to reach its peak (1.1 nymphs per leaf) on December 4, 2015, and February 12, 2016.

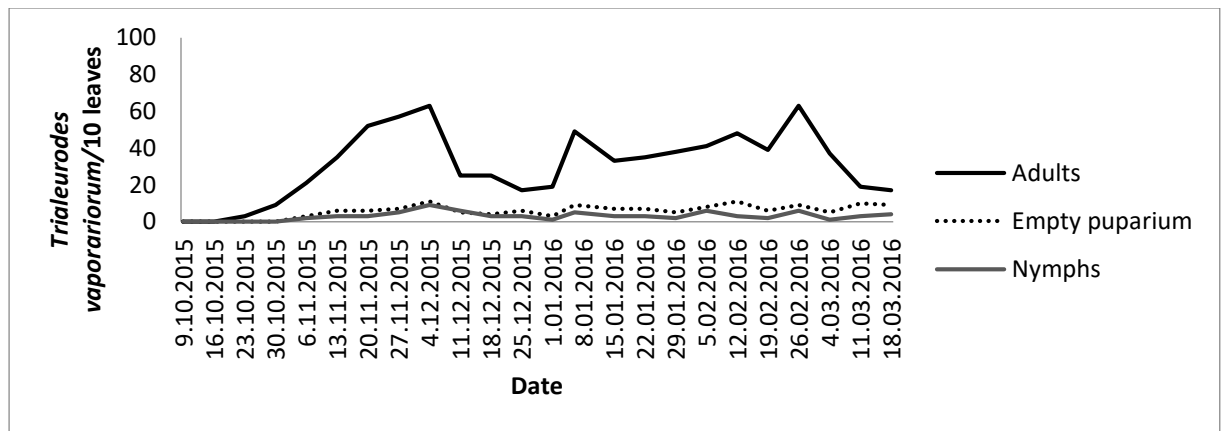


Figure 1. *Trialeurodes vaporariorum* population fluctuations in the broccoli greenhouse in Malatya province Battalgazi district in October 2015-March 2016

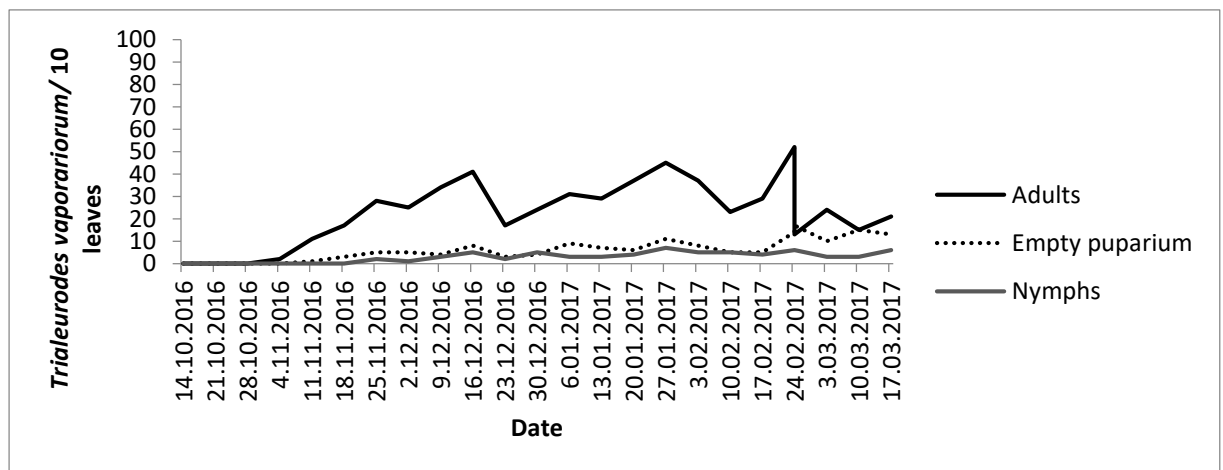


Figure 2. *Trialeurodes vaporariorum* population fluctuations in the broccoli greenhouse in Malatya province Battalgazi district in October 2016-March 2017

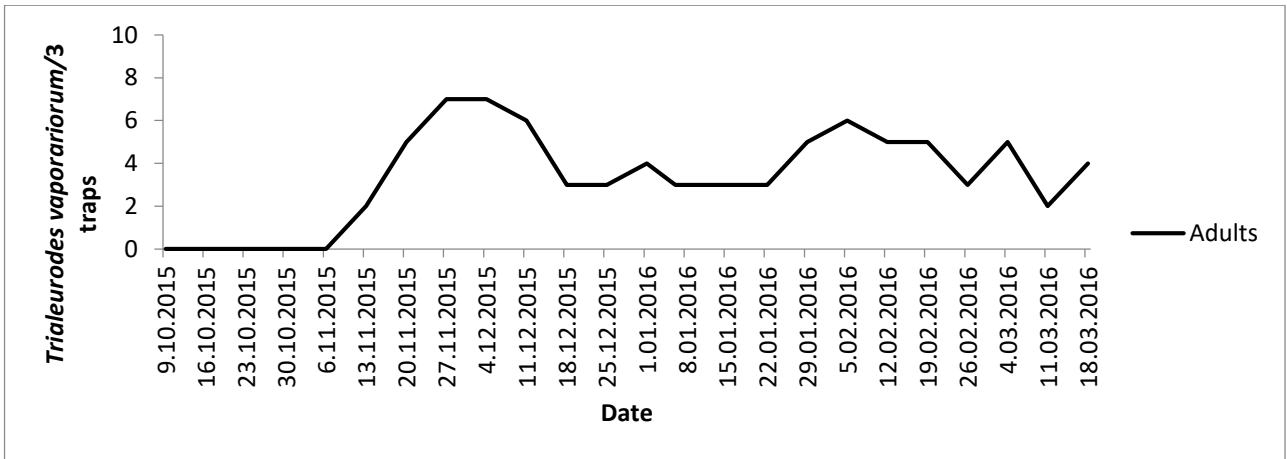


Figure 3. *Trialeurodes vaporariorum* population fluctuations in the broccoli greenhouse in Malatya province Battalgazi district in October 2015-March 2016

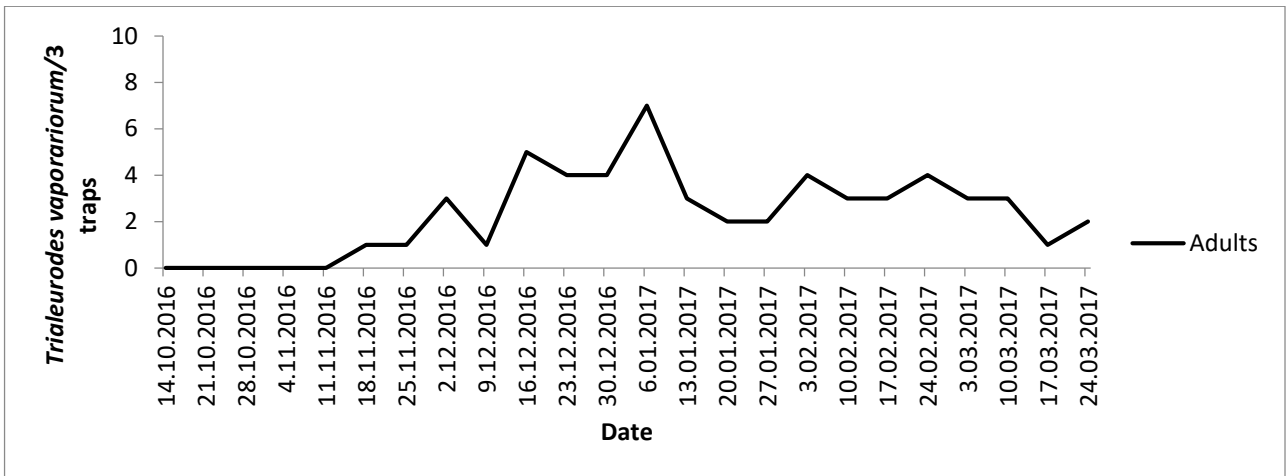


Figure 4. *Trialeurodes vaporariorum* population fluctuations in the broccoli greenhouse in Malatya province Battalgazi district in October 2016-March 2017

During the periods when the highest number of pupa shells were observed, it was noted that the total count of adults and nymphs combined exceeded the economic threshold level, defined as an increase of 5 adults and nymphs per leaf (Anonymous, 2009).

Furthermore, in the greenhouse where the study was conducted, the first occurrence of white fly adults on the yellow sticky traps was observed on December 13, 2015, with a count of 2 adults per trap. The highest number of white fly adults caught on the traps was recorded on November 27 and December 4, 2015, with a count of 7 adults per trap. The population of greenhouse white flies, *T. vaporariorum*, exhibited an increase and surpassed the economic threshold level on multiple occasions. This occurred on November 20 (5.5 adults + nymphs per leaf), November 27 (6.2 adults + nymphs per leaf), December 4 (7.2 adults + nymphs per leaf) in 2015, as well as on January 6 (5.4 adults + nymphs per leaf), February 12 (5.1 adults +

nymphs per leaf), and February 26 (6.9 adults + nymphs per leaf) in 2016.

In the subsequent period, from October 2016 to February 2017, *T. vaporariorum* adults were observed for the first time on the broccoli plants. The initial occurrence had a density of 0.2 adults per leaf on November 4, and it reached its peak level with 5.2 adults per leaf on February 24, 2017. Throughout the vegetation period, the pest density on the leaves increased, particularly on December 16, 2016 (4.1 adults per leaf) and January 27, 2017 (4.5 adults per leaf), as depicted in Figure 2.

The density of the *T. vaporariorum* nymph population was initially observed on November 25, with a density of 0.2 nymphs per leaf. The lowest nymph density, recorded on December 2, 2016, was 0.1 nymph per leaf. The highest density of nymphs was observed on January 27, 2017, with 0.7 nymphs per leaf. The number of empty pupa shells, which were first detected on November 11, 2016, reached its peak on February 10, 2016, with 1.5 empty pupa shells

per leaf. On February 24, 2017, the number of empty pupa shells further increased to 1.7 per leaf.

In the three yellow sticky traps placed in the greenhouse, the first white fly adults were observed on November 18, 2016, with a density of 1.0 adult per trap. The highest number of white fly adults caught in the traps was recorded on January 6, 2017, with 7.0 adults per trap.

Throughout the vegetation period, the density of the pest on the leaf increased, particularly on January 27, 2017 (5.2 adults + nymphs per leaf), and February 24, 2017 (5.8 adults + nymphs per leaf), reaching the economic threshold level (adults + nymphs per leaf).

In study, Yaşarakıncı *et al.* (2009) found that white flies were present in the greenhouse throughout the entire growing season. During autumn, the white fly adult population peaked in the 46th and 50th weeks of November and December, respectively, with densities of 18.4 and 22.2 adults per trap per week. In the second week of January, the population density increased to 61.8 adults per trap per week. The researchers reported the highest densities of 1442 and 1506.4 adults per week per trap in the 17th and 19th weeks at the end of April. Regarding the nymph and pupa population, they observed a mid-range density of 0.1 nymphs and pupae per leaf in the 51st week. However, they found the maximum density in the spring, specifically in the 19th week at the beginning of May, with a density of 1.9 nymphs and pupae per leaf. In this study, pesticide application was not carried out despite the pest population exceeding the economic threshold value of 5 adults and nymphs per leaf (Anonymous, 2009). It was observed that the pest exceeded the economic threshold value six times in the first year of the study and twice in the second year. It is speculated that implementing pesticide applications when the pest population exceeds the economic threshold value would lead to a decrease in the pest population in subsequent periods (Yaşarakıncı *et al.*, 2009). This intervention could potentially prevent the white fly population from reaching the economic threshold value again.

Furthermore, it is known that avoiding chemical control of pests in the greenhouse can promote the proliferation of natural enemies. Topakçı and Keçeci (2017) also highlighted that widespread chemical control methods for pests can have detrimental effects on human health and the environment, as well as harm the existing natural enemies. Yoldaş *et al.* (1999) emphasized the significance of cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) and greenhouse whitefly (*T. vaporariorum*) (Westwood) as important pests in greenhouse vegetable cultivation. They found that the release of the biological agent *Encarsia formosa* (Gahan) at a rate of 1 larvae per leaf could effectively suppress the nymph population of the pest by 5 nymphs per leaf in autumn-season tomato crops. Similarly, a study conducted in İzmir demonstrated that the nymph population of *T. vaporariorum* could be reduced and suppressed through the presence of naturally occurring *Macrolophus caliginosus* Wagner (Yaşarakıncı and Hincal, 1997). Assche *et al.* (1991) further supported these findings by reporting that *M. caliginosus*

naturally suppresses the pest in tomato greenhouses during the summer period.

Yaşarakıncı and Hincal (1999) suggested that taking preventive measures to control temperature and humidity in greenhouse vegetable production, ensuring optimal ventilation, and preserving the population of natural enemies can help prevent an increase in pest population density. They also highlighted the importance of considering economic thresholds and the density of natural enemies when implementing pest control strategies. Selecting pesticides that have minimal side effects on natural enemies and using low-dose pesticides were recommended as means to minimize harm to natural enemies and preserve the natural populations of beneficial species.

Throughout the vegetation period of broccoli, the presence of *T. vaporariorum* adults and nymphs was consistently observed at varying densities. Eltez and Koçer (2006) noted that *T. vaporariorum* nymphs were consistently present at various densities throughout the vegetation period of tomato plants. The study further revealed that due to excessive damage to the plants and decreased yield, the tomato plants had to be removed after the second week of July. Similarly, in the present study, the observation of broccoli in the greenhouse was terminated in the first year on March 21, 2016, and in the second year on February 28, 2017, as the plants must be harvested during those periods because of whitefly damage.

In the study, it was observed that there was not a direct correlation between the counts of adult individuals and the changes in nymph counts. This discrepancy could be attributed to the fact that yellow sticky traps might have attracted more adults from the surrounding area, leading to a higher count of adults in the traps compared to the actual number of live nymphs in the greenhouse. Additionally, the capture of adults in the traps may have prevented them from laying eggs, resulting in a decrease in the number of nymphs. During the first year of the study, on October 23 (0.3 adult/leaf) and October 30 (0.9 adult/leaf), only adult individuals were found on the leaves. The subsequent counts showed an increase in both nymph and adult populations, indicating a population growth in the sampled greenhouse. Similarly, in the second year of the study, the count on November 4 revealed 0.2 adults/leaf, and this was followed by an increase in both nymph and adult populations in the subsequent counts on November 11, November 18, and November 25, 2016. These findings indicate an overall increase in the population within the sampled greenhouse. However, when examining the population change over the course of the year, there was no consistent relationship between the nymph and adult populations in the greenhouse.

Indeed, Yaşarakıncı *et al.* (2009) reported that establishing a numerical relationship between the number of adults captured in the greenhouse and the nymph population in studies on greenhouse whitefly (*T. vaporariorum*) population dynamics and parasitization is challenging. Despite similar population trends, a notable increase or decrease in nymphs compared to the captured adults could not be detected. This finding aligns with the observations made in our study.

It was observed that the population density of whiteflies reached high levels in both years, leading to a decrease in economic efficiency in the greenhouse. As a result, the plants had to be removed prematurely. These pests have the ability to hinder leaf growth and fruit formation by absorbing the plant's stem and reducing chlorophyll synthesis (Jeppson *et al.*, 1975). Therefore, it is crucial to implement measures to prevent the spread of these species to the region. To ensure early prevention, it is recommended that seedlings should not be sourced from other provinces, and producers should obtain their seedlings from the local region. When the population of whiteflies exceeds the economic threshold value, it is imperative to employ control methods. Once this threshold is crossed, it becomes necessary to take action in order to manage and mitigate the negative impact of these pests.

REFERENCES

- Aguiar AMF, Pita MT (1995). Contribution to the Knowledge of the Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) From Madeira Island. *Boletim do Museu Municipal do Funchal (Historia Natural)*, 4: 285-309.
- Anonymous (2009). Agriculture Control Technical Instructions. General Directorate of Agricultural Research and Policies, Ankara.
- Asma BM (2011). Apricots In All Aspecys. Agency of Uyum, Ankara.
- Assche CV, Vangheel M (1991). From to Rational Methods in Phytiatry. *SROP/WPRS Bulletin* 14(5): 22-32.
- Byrne DN, Bellows TS, Parrella MP (1990). Whiteflies in Agricultural Systems. In: Gerling D (ed.), *Whiteflies: Their Bionomics Pest Status and Management*, Intercept Andover, UK, 227–261.
- Canbay A, Bozbek Ö, Alici H, Çakırbay İF (2011). Determination and Population Development of Harmful Pests on the Tomato and Cucumber Greenhouses in Erzincan Province. *Plant Protection Bulletin*, 51(2): 119-146.
- Darshanee HLC, Ren H, Ahmed N, Zhang ZF, Liu YH, Liu TX (2017). Volatile-Mediated Attraction of Greenhouse Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* to Tomato and Eggplant. *Frontiers in Plant Science* 8: 1-13.
- Dursun O, Kosovaeri M, Kaban Ö, Dinçay O, Kavak H (2013). Effect of some preparations with acetamiprid active ingredient on greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*, Westwood) *Turkish Bulletin of Entomology*, 3(2): 89-97.
- Eltz S, Koçer G (2006). The Effects of Yellow Mulching on Population of Greenhouse Whitefly [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae)] and Yield in Glasshouse Tomato Production. *Anadolu, Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 16(1): 83-92.
- Gamarra H, Carhuapoma P, Mujica N, Kreuze J, Kroschel J (2016). Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood 1956). In: Kroschel J, Mujica N, Carhuapoma P, Sporleder M (eds.), *Pest distribution and risk atlas for Africa. Potential Global and Regional Distribution and Abundance of Agricultural and Horticultural Pests and Associated Biocontrol Agents Under Current and Future Climates*, International Potato Center (CIP), 154-168.
- Hill BG 1969. A mophological comparison between two species of whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) and *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) which occur on tobacco in the Transvall. *Phytophylactica*, 1: 127-146.
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW (1975). *Mites Injurious to Economic Plants*. University of California Press, California.
- John LC (2001). *Vegetable Pests*. Chapter: Order Homoptera-Aphids, Leaf and Planthoppers, Psyllids and Whiteflies, Academic Press, Amsterdam.
- Karaca İÇ, Gökçe A (2014). Toxic and behavioural effects of plant extracts to greenhouse whitefly [*Trialeurodes vaporariorum* (Westw.)(Hemiptera: Aleyrodidae)]. *Turkish Journal of Entomology*, 38 (4): 459-466.
- Koca AS, Kütük H (2019). Impact of weed, *Lapsana communis* L. (Bieb.Hayek) on whitefly, aleyrodos prolella Linnaeus (Hemipt era: Aleyrodidae) population on collard. *Turkish Journal of agricultural and Natural Sciences*, 6(4): 786-791.
- Lodos N (1986). *Türkiye Entomolojisi*. Ege University Press, İzmir.
- Martin JH (1987). An identification guide to common whitefly pest species of the World (Homoptera: Aleyrodidae). *Tropical Pest Management* 33 (4): 298-322.
- Mound LA (1966). A revision of the British Aleyrodidae (Hemiptera: Homoptera) *The Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 17 (9): 398-428.
- Nonnecke LI (1989). *Vegetable Production*. Van Nostrand Reinhold Inc, New York.
- Öncüer C, Yoldaş Z, Madanlar N, Gül A (1994). Biological Control Practices Against Insect Pests of Greenhouse Vegetables in Aegean Region. *Proceedings of the Third Turkish National Congress of Biological Control*, 25-28 January 1994, İzmir, 395-407.
- Özgür AF, Şekeroğlu E (1986). Population development of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on various cotton cultivars in Çukurova, Turkey. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 17 (1-2), 83-88.
- Talalay P, Fahey JW (2001). Phytochemicals From Cruciferous Plants Protect Against Cancer by Modulating Carcinogen Metabolism. *The Journal of Nutrition*, 131(11): 3027-3033.
- Topakçı N, Keçeci M (2017). The Development of Greenhouse Biological Control Application in Turkey: From Research to Practice the Example of Antalya. *Turkish Journal of Biological Control*, 8(2): 161-174.
- Uygun Z, Özger Ş, Karaca İ (2011). Efficacy of some pesticides against *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) under laboratory conditions Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 6 (2): 53-57.

- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000). Culture Vegetables. Ege University Press, İzmir.
- Wintermantel WM (2004). Emergence of Greenhouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) Transmitted Criniviruses as Threats to Vegetable and Fruit Production in North America. APSnet Features. Online Doi: 10.1094/APSFeature-2004-0604.
- Wurr DCE, Fellows JR, Hambidge AJ (1995). The Potential Impact of Global Warming on Summer/Autumn Cauliflower Growth in the UK. *Agricultural and Forest Meteorology*, 72: 181-193.
- Yakar ÖY, Fırat F, Bozdağ N, Baydoğan AE (2004). Malatya With its Social, Cultural and Economic Aspects, in Turkish. Malatya Governorate Provincial Planning and Coordination Directorate, Malatya, 54-55.
- Yaşarakıncı N, Hıncal P (1997). The Research on Determining the Pest and Beneficial Species and Their Population Densities on the Tomato, Cucumber, Pepper and Lettuce Glasshouses in İzmir. *Plant Protection Bulletin*, 37(1): 79-89.
- Yaşarakıncı N, Hıncal P (1999). The Development of Pest Populations and Their Beneficials Over Different Growing Periods in Tomato Greenhouses in the Aegean Region of Turkey. *Acta Horticulturae*, 491: 469-474.
- Yaşarakıncı N, Kılıç T, Turanlı F, Kısmalı Ş (2009). The Population Growth of *Cyrtopeltis tenuis* Reut. (Hemiptera: Miridae) and Whitefly [(*Bemisia tabaci* Genn., *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae)] in IPM Implemented Tomato Greenhouses in Aegean Region. *Plant Protection Bulletin* 49(1): 11-20.
- Yıldırım M (2002). Investigation on Control Possibilities of Some Botanical Pesticides Against *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) and its Population Density on Cucumber in Greenhouse. PhD Dissertation. Institute of Natural and Applied Sciences, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey.
- Yılmaz C, Durmuşoğlu E (2012). Changes on biological effect and degradation duration of some insecticides mixed with humic matter used against *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Hemiptera: Aleyrodidae)] on tomato. *Turkish Journal of Entomology*, 36 (4): 557-570.
- Yoldaş Z, Madanlar N, Gül A, Onoğur E (1999). Investigations on Integrated Control Practices in Vegetable Glasshouses in Izmir. *Proceedings of the International Symposium on Greenhouse Management for Better Yield and Quality in Mild Climates*, 3-5 November 1999, Antalya, 453-459.

Farklı Koza Dizilişlerine Sahip Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Genotiplerinde Bitki Yoğunluklarının Verim, Verim Unsurları ve Lif Özellikleri Üzerine Etkisi

Mehmet Oğuz ULAŞ¹ ID, Öner CANAVAR² ID, Hatice Kübra GÖREN*² ID

¹ Özaltın Tarım İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. 09100, Aydın, Türkiye

² Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye

Öz: Pamuk tarımında bitki gelişimi, çiçeklenme, tarak ve koza oluşumu bitki sıklığından önemli derecede etkilenmektedir. Bu çalışma ile açık (Karayel) ve kloster (Lodos) koza dizilişine sahip iki farklı pamuk genotipinin beş farklı bitki yoğunluğunda (7,000 bitki/da, 14,000 bitki/da, 21,000 bitki/da, 28,000 bitki/da ve 35,000 bitki/da) verim, verim bileşenleri ve lif kalite özellikleri incelenmiştir. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak Aydın ili koşullarında, 2019 yılı pamuk üretim sezonunda yürütülmüştür. Çalışma; farklı bitki yoğunluklarının farklı bitki biomasına sahip pamuk çeşitlerinin verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerine etkilerini saptamak amacıyla yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, bitki yoğunluğunun artması (28,000 ve 35,000 bitki/da) ile bitki boyu, meyve dalı sayısı, odun dalı sayısı, tek koza ağırlığı, koza sayısı değerlerinde azalma; aksine ilk meyve dalı boğum sayısı, birinci el hasat oranı, ilk koza açma gün sayısı, lif inceliği değerlerinde artma tespit edilmiştir. Bitki yoğunluğunun, lif inceliği dışında diğer lif kalite özellikleri ve çırçır randımanı üzerine ise önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Açık ve kloster yapıya sahip pamuk çeşitlerinin farklı bitki yoğunluklarında kütlü verimi bakımından farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Her iki çeşidin bitki sıklığı ortalamasına göre, en yüksek kütlü pamuk verimi (649.4 kg/da) ve lif verimi (275.8 kg/da), 14,000 bitki/da bitki yoğunluğundan elde edilmiştir. Kütlü pamuk verimi bakımından genotip x bitki yoğunluğu interaksyonu değerlendirildiğinde, açık koza dizilişine sahip çeşitlerde bitki yoğunluğunun 21,000 bitki/da'dan fazla olmaması; kloster koza dizilişine sahip pamuk çeşitlerinde ise 14,000 bitki/da'dan az yoğunlukta olmaması gerektiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, *Gossypium hirsutum*, bitki yoğunluğu, verim, lif özellikleri, kloster

Effect of Plant Densities on Yield, Yield Components and Fiber Properties in Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Genotypes with Different Cotton Bolls Distributions

Abstract: Plant growth, flowering, square and boll formation are significantly affected by plant density in cotton production. The research was carried out in the field of experimental Özaltın Agriculture Company Experiment Fields in 2019 with four replication according to the split plot design with two different cotton genotypes with open (Karayel) type and clasters (Lodos) type under five different plant densities (7,000 plants/da, 14,000 plants/da, 21,000 plants/da, 28,000 plants/da and 35,000 plants/da). The aim of the study was to determine the effects of different plant densities on yield, yield components and fiber quality characteristics of cotton varieties with different plant types (different boll distribution on branch of plant). With the increase in plant density (28,000 and 35,000 plants/da), plant height, number of fruit branches, number of vegetatif branches, boll weight, boll number were decreased, on the other hand the number of node on the first fruit branch, the first hand harvest rate, the number of days of opening the first boll, micronaire values were increased. It was determined that there was no significant effect on fiber quality properties and lint percentage except for micronaire. Cotton varieties with different cotton biomass architecture such as open type and closter type showed different reactions in terms of cotton boll yield at different plant densities. According to the mean of both cultivars in each plant density, the highest boll yield (649.4 kg/da) and fiber yield (275.8 kg/da) were obtained from plant density of 14,000 plants/da. When genotype x plant density interaction is evaluated in terms of cotton boll yield, the plant density in genotypes with open boll distribution type should not be more than 21,000 plants/da plant density; it was determined that plant density should not be less than 14,000 plants/da for the cotton genotypes with closter boll distribution type.

Keywords: *Gossypium hirsutum*, Cotton, plant density, yield, fiber properties, cluster

GİRİŞ

Pamuk lifi ile dokuma ve tekstil, içerdiği %19-25 yağ oranına sahip tohumu ile yağ (Mert ve ark., 2004), küspesi ile yem ve linteri ile kağıt sanayisinin hammaddesini oluşturan önemli bir endüstri bitkisidir. Dünya lif pamuk üretiminin, %85'ine yakını ülkemizin de içinde bulunduğu on ülke tarafından yapılmaktadır. Uluslararası Pamuk İstişare Komitesinin (ICAC) 2020 verilerine göre, en çok pamuk üretimi yapan ülkeler sırasıyla Hindistan, Çin, ABD, Brezilya, Pakistan, Türkiye, Özbekistan, Meksika, Arjantin ve Yunanistan'dır.

Türkiye lif pamuk üretimi yönünden 815 bin ton üretimle dünya sıralamasında altıncı sırada yer almaktadır.

Pamuk tarımında bitki gelişimi, çiçeklenme, tarak ve koza oluşumu bitki sıklığından önemli derecede etkilenmektedir (Fowler ve Ray 1977; Karataş 2007; Darawsheh ve ark. 2009;

***Sorumlu Yazar:** hkubra.goren@adu.edu.tr

Bu makale yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Geliş Tarihi: 30 Eylül 2022

Kabul Tarihi: 7 Mart 2023

Başal ve ark. 2014). Üreticilerin ekonomik ürünü elde edebilmesi için bitki sıklığının homojen ve iyi ayarlanmış olması gerekmektedir. Ekim sıklığı; genotip, çevresel faktörler, ekim zamanı ve hasat yöntemine göre değişiklik göstermektedir (Bednarz ve ark., 2000). Yaprak alan indeksi (YAI) ile ilişkilendirildiğinde okra yapraklı genotiplerin; normal yapraklı genotiplere göre daha sık ekilmesi ön görülmektedir (Heitholt, 1994). Makine ile hasat edilecek pamuklar, elle hasat edileceklere göre daha sık ekilmelidir (Wang ve ark., 2016). Bitki yoğunluğu bitkilerin fizyolojisi ve gelişimi üzerinde değişiklikler meydana getirmektedir. Yüksek bitki yoğunluğu ile stoma sayısı, stoma uzunluğu, stoma genişliği, gözenek çevresi ve yaprak kalınlığı gibi yaprak yapısal karakteristikliklerini önemli ölçüde azaltmaktadır (Khan ve ark., 2019). Birim alandaki bitki yoğunluğu arttıkça ortalama net asimilasyon oranı (NAO) düşmekte, oluşturulan kuru madde miktarı azalmaktadır. Bu durum meyve üretimi, meyve tutma ve koza ağırlığının azalmasına neden olmaktadır. (Bednarz ve ark., 2000). Bu birleşik etkiler bitki bazında daha az koza ve kütlü pamuk oluşumu ile sonuçlanmaktadır. Düşük bitki yoğunluklarında odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı ve tek bitki koza sayısı artmakta, bitkiler fazla boğum içeren geniş habituslu bir görünüm almakta ve tek koza kütlü ağırlığı da artmaktadır (Bednarz ve ark., 2000; Meng ve ark., 2016). Yapılan bazı araştırmalarda; dört farklı ekim yoğunluğunun (6,250 bitki/da, 8,333 bitki/da, 10,000 bitki/da, 14,286 bitki/da) pamuk verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkilerinin belirlendiği çalışmada; dekadaki bitki sıklığının 10,000'e kadar olan artışlarda, tek koza ağırlığı, 100 tohum ağırlığı ve çırçır randımanı özelliklerinde artışların olduğu, 14,286 bitki/da bitki sıklığında verim ve verim bileşenlerinde azalışların olduğu bildirilmiştir (Guzman ve ark., 2019). Kaggwa-Asiimwe ve ark. (2013), üç farklı bitki yoğunluğu (düşük bitki yoğunluğu; 5730-6650 bitki/da, orta bitki yoğunluğu; 7730-10980 bitki/da, yüksek bitki yoğunluğu; 12670-14600 bitki/da) ve iki farklı bitki tipine sahip genotipte (açık; ST 498, silindir; DP 164) yaptıkları çalışmada; düşük bitki yoğunluğunda istatistiksel olarak silindir tipteki bitkilerin lif veriminde kayıpların oluştuğunu; bitki yoğunluğu arttıkça her iki bitki tipinde de ilk gelişim evresinde bitki boyunun attığı; daha sonraki evrelerde değişiklik olmadığı ve yüksek bitki yoğunluklarının ana dal üzerindeki boğum sayısını düşürerek verime etki edebileceğini bildirmiştir. Çukurova koşullarında farklı bitki sıklığı (6.25, 8.30 ve 12.5 bitki/m²) ve Mepiquat chloride'in uygulandığı diğer bir çalışmada ise; bitki sıklığının, odun dalı sayısı, bitki boyu, boğum sayısı, meyve dalı sayısı, ilk meyve dalı boğum sayısı, lif kopma dayanıklılığını ve lif yeknesaklığının etkilendiği; ancak bitki sıklığı uygulamalarının tek koza kütlü pamuk ağırlığı, koza sayısı, çırçır randımanı, lif esneme oranı, lif uzunluğu, kısa lif indeksi, lif inceliği ve lif rengi özelliklerini etkilemediği belirtilmiştir (Karataş, 2007).

Meyve dalı üzerinde ana gövdeye yakın koza bağlayan ve aynı meyve dalı üzerindeki kozalar arası mesafe çok yakın olan koza dizilişine sahip bitkiler kloster, ana gövdeye uzak ve aynı meyve dalı üzerindeki kozalar arası mesafe fazla olan koza dizilişine sahip bitkiler ise açık olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, açık ve kloster koza dizilişine sahip iki farklı pamuk genotipi, 7,000 bitki/da, 14,000 bitki/da, 21,000 bitki/da, 28,000 bitki/da ve 35,000 bitki/da olmak üzere beş farklı bitki yoğunluğunda yetiştirilip; genotip x bitki yoğunluğu interaksyonunun verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bitki yoğunluğu ve çeşit seçimi konusunda pamuk üreticilerine bilgi aktarabilmek ve pamuk ilahçılarının seleksiyon yaparken hangi tipte bitki seçeceklerine ışık tutmak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki materyali

Denemede materyal olarak kloster koza dizilişine sahip Lodos ve açık koza dizilişine sahip Karayel çeşitleri kullanılmıştır. Lodos; Kloster koza dizilişine sahip olduğu için makinelik pamuk hasadına uygun olup, koza açma süresi 122 gün, bitki formu konik şeklinde, çiçeklenme tipi ise kloster tipli bir pamuk çeşididir. Karayel; açık koza dizilişine sahip, koza açma süresi 130 gün, bitki formu konik olup, çiçeklenme tipi ise açık tipli bir pamuk çeşididir.

Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı alanda Akdeniz iklim kuşağının hakim olduğu görülmektedir. Pamuk yetiştiriciliğinin yapıldığı yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Denemenin yürütüldüğü vejetasyon dönemine ait aylık ortalama sıcaklık, yağış ve nem verileri Çizelge 1 de gösterilmiştir. Çizelge 1'de, bitki gelişim periyodu süresince ortalama sıcaklık değerlerinin 8.3 °C ile (Ocak) 28.1 °C (Ağustos) arasında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık toplam yağış miktarının ortalamasına bakıldığında, en yüksek yağış miktarının Aralık ve Ocak aylarında; en düşük yağış miktarının ise Temmuz ve Ağustos aylarında olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Çalışmanın yapıldığı arazi için toprak analizi yapılmış ve gübreleme toprak analiz sonuçlarına göre yapılmıştır. Araştırmanın yapıldığı araziye ait toprakların tamamı AC horizonlu genç topraklar arasında yer almaktadır. Koluviyal araziler %20-30 oranında, aluviyal araziler ise %60-70 oranında bulunmaktadır. Diğer bölümler ise koyu kahverengi veya kırmızımsı kahverengi topraklardan oluşmaktadır. Toprak profillerinin tamamı %0.7-53.5 arasında değişen oranlarda kireç içermektedir. Yüzeysel horizonlarında organik madde değerleri %0.94-5.63 arasında değişmektedir. Çizelge 2'de deneme arazisinin killi bünyeye sahip, organik madde yönünden fakir, kireçli, hafif alkali ve tuzsuz, azot bakımından orta düzeyde, fosforca fakir olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Aydın ili 2019 yılı iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Ortalama Nem (%)
Ocak	8.3	233.1	91.6
Şubat	9.9	39.7	83.6
Mart	12.2	23.9	69.3
Nisan	15.2	59.2	64.8
Mayıs	20.8	8.3	58.8
Haziran	26.2	97.7	56.4
Temmuz	27.2	0.2	51.8
Ağustos	28.1	0.0	51.4
Eylül	23.1	11.8	62.0
Ekim	19.8	38.7	72.6
Kasım	15.2	50.1	79.7
Aralık	9.5	118.3	87.5

Kaynak: MGM, 2019

Çizelge 2. Denemenin yapıldığı araziye ait toprak analiz sonuçları

ÖZELLİKLER	SONUÇ	DEĞERLENDİRME	ÖZELLİKLER	SONUÇ	DEĞERLENDİRME
Ph	7.88	Hafif alkali	Ph	7.88	Hafif alkali
Tuz (%)	0.047	Tuzsuz	Tuz (%)	0.047	Tuzsuz
Kireç (%)	12.4	Kireçli	Kireç (%)	12.4	Kireçli
Bünye	Kil		Bünye	Kil	
Kil (%)	50		Kil (%)	50	
Kum (%)	30		Kum (%)	30	
Organik Madde (%)	1.45	Az	Organik Madde (%)	1.45	Az
Azot (%)	0.07	Orta	Azot (%)	0.07	Orta
Fosfor (%)	5.6	Az	Fosfor (%)	5.6	Az
ÖZELLİKLER	SONUÇ	DEĞERLENDİRME	ÖZELLİKLER	SONUÇ	DEĞERLENDİRME
Ph	7.88	Hafif alkali	Ph	7.88	Hafif alkali
Tuz (%)	0.047	Tuzsuz	Tuz (%)	0.047	Tuzsuz

Denemenin yöntemi ve İncelenen Özellikler

Çalışma 2019 yılında, Aydın ili Koçarlı ilçesinde yürütülmüştür. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüş, denemede ana parseller çeşit (Karayel ve Lodos), alt parseller bitki yoğunluğu (35,000 bitki/da, 28,000 bitki/da, 21,000 bitki/da, 14,000 bitki/da, 7,000 bitki/da) olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim, 70 cm sıra arası mesafede, 12 m uzunluğundaki her sraya 100 gr tohum denk gelecek şekilde, 4 sıralı parsellere 10 Mayıs 2019 tarihinde deneme ekim mibzeri ile yapılmıştır. Deneme mibzeriyle sık ekilen tohumların çıkışından sonra, pamukların fide döneminde dekadadaki bitki yoğunluğuna göre sıra üzeri mesafeler (Sıra üzeri mesafeler, 35,000 bitki/da için 4.1 cm, 28,000 bitki/da için 5.1 cm, 21,000 bitki/da için 6.8 cm, 14,000 bitki/da için 10.2 cm, 7,000 bitki/da için 20.4 cm) dikkate alınarak elle seyreltme yapılmıştır.

Deneme alanı toprak hazırlığı için 3 kez diskaro ile işlenmiş, ardından 2 kez sürgü merdane çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Toprak analiz sonucuna göre ekim öncesi tabana 40 kg 20-20-0 kompoze gübre (dekara 8 kg Azot, 8 kg Fosfor), 20 kg (dekara 4.4 kg Azot) %21'lik Amonyum Sülfat ve çiçeklenme öncesi 30 kg (dekara 6.3 kg Azot) %21'lik Amonyum Sülfat gübreleri kullanılarak gübreleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı 2 kez makine ile sıra aralarını, 1 kez elle çapalanarak, 3 kez salma sulama yapılmıştır. Deneme alanına, yabancı ot mücadelesi için 1 kez herbisit, beyazsinek, kırmızı örümcek ve yeşil kurt zararlıları

için 4 kez insektisit uygulanmıştır.

Deneme hasadı, 8 Ekim 2019 ve 20 Ekim 2019 tarihlerinde 2 kez elle yapılmıştır. Hasat sırasında her parselin baş ve sonundan birer metre, kenarlarından birer sıra kenar tesiri bırakılıp parsellerin ortasından 2 sıra hasat edilmiştir. Hasat işleminden önce laboratuvar analizleri için her parselden, parseli temsil edecek şekilde, 50 adet tek koza örneği alınmıştır.

Deneme de Kütlü Pamuk Verimi (kg/da): Her parselde 2 sıra ve 10 m'den (14 m² hasat alanı) hasat edilen toplam kütlü pamuk miktarı dekara oranlanarak hesaplanmıştır. Lif Verimi (kg/da): Kütlü verim ve randıman dikkate alınarak, aşağıdaki formül ile dekara lif verimi hesaplanmıştır, Lif pamuk verimi = (Kütlü pamuk verimi x çırçır randımanı) / 100, İlk Çiçek Açma Gün Sayısı: Deneme parsellerinde her bir metreye bir çiçek düşecek şekilde gözlem yapıldığı gün, çiçek açma tarihi olarak kabul edilmiş ve ekim tarihinden itibaren gün sayısı olarak hesaplanmıştır, İlk Koza Açma Gün Sayısı: Deneme parsellerinde her bir metreye bir açmış koza düşecek şekilde gözlem yapıldığı gün, koza açma tarihi olarak kabul edilmiş ve ekim tarihinden itibaren gün sayısı olarak hesaplanmıştır, Birinci El Hasat Yüzdesi (%): Birinci el hasat miktarının toplam hasat miktarına oranı yüzde olarak hesaplanmıştır, Bitki Boyu (cm): ardışık 20 bitkide, kotiledon yaprakların çıktığı noktadan tepe noktasına kadar olan bölüm ölçülmüştür, Meyve Dalı Sayısı (adet/bitki): ardışık 20 bitkideki toplam meyve dalı sayısı belirlenmiştir, Odun Dalı Sayısı (adet/bitki): Bitkideki toplam odun dalı sayısı belirlenmiştir, İlk Meyve

Dalının Bulunduğu Boğum Sayısı (no): İlk meyve dalının bulunduğu nod sayısı belirlenmiştir, Toplam Koza Sayısı (adet/bitki): Bitkilerdeki toplam koza sayısı sayılarak belirlenmiştir, Çırcır Randımanı: Her parselde rastgele 50 koza örneğinden alınan kütlü pamuk, rollergin deneme çırcır makinesinden geçirilerek lif ve çiğit olmak üzere ikiye ayrılarak tartıldıktan sonra hesaplanmıştır. Çırcır randımanı = (Lif ağırlığı (g) / kütlü ağırlığı (g)) x100, Tek Koza Kütlü Ağırlığı (g): Her parselde rastgele 50 koza örneğinden alınan kütlü pamuklar tartılarak ortalaması alınmıştır, Lif Kalite Özellikleri: Çalışmada High Volume Instrument (HVI) cihazı ile ölçülen Lif uzunluğu (mm UHML), Lif inceliği (mic.), Lif kopma dayanıklılığı (g/tex), Lif yeknesaklık oranı (Uniformite) ve Kısa lif içeriği (SFI) incelenmiştir.

Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri

Gözlem ve ölçümlerden elde edilen değerler, her bir özellik için ayrı olmak üzere, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemlilik testleri F testi ile, ortalamaların farklılık

gruplandırılmaları ise En küçük Önemli Fark (LSD, %5) yöntemine göre yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler JMP 5.0 istatistik paket programına tabi tutularak değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı bitki yoğunluklarında yetiştirilen iki farklı koza dizilişlerine sahip pamuk çeşitlerinin değişen verim, verim komponentleri özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te sunulmuştur. Çizelge 3'de bitki boyu, kütlü pamuk verimi, lif pamuk verimi, ilk meyve dalı boğum sayısı, koza sayısı özellikleri yönünden genotip ve genotip x bitki yoğunluğu interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu; meyve dalı sayısı, odun dalı sayısı ve birinci el hasat oranı yönünden ise sadece bitki yoğunlukları arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğu görülmektedir. Lif pamuk verimi, çırcır randımanı, çiçeklenme gün sayısı, koza açma gün sayısı ve koza kütlü ağırlığı özelliklerinde genotip farklılığının önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Uygulanan bitki yoğunlukları ve genotiplere ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D.	Kareler Ortalaması					
		B.B	K.P.V	L.P.V	Ç.R	M.D.S	O.D.S
Tekerrür	3	33.67	1061.54	197.56	0.64	0.68	0.01
G	1	35.53ö.d.	1812.58ö.d.	821.57*	3.14*	0.84ö.d.	0.01ö.d.
Hata-1	3	14.13	353.15	79.77	0.13	0.89	0.06
B.Y	4	1879.32**	8045.38**	1506.15**	0.18ö.d.	68.20*	6.00*
G X B.Y	4	62.03**	6674.92**	1308.25*	0.42ö.d.	0.47ö.d.	0.04ö.d.
Hata-2	24	10.86	775.41	140.46	0.22	0.30	0.03

V.K	S.D	Kareler Ortalaması					
		İ.M.B.S	K.S	B.E.H.O	Ç.G.S	K.A.G.S	K.K.A
Tekerrür	3	0.33	0.18	3.69	0.23	2.49	0.02
G	1	0.26ö.d	0.13ö.d.	1.23öd	133.23**	1.23ö.d.	2.42*
Hata-1	3	0.06	0.57	2.23	1.83	1.89	0.08
B.Y	4	20.82**	108.80**	412.34*	49.98**	30.00**	3.17**
G X B.Y	4	2.47**	1.73*	6.79ö.d.	1.35ö.d.	1.23ö.d.	0.02ö.d
Hata-2	24	0.21	0.16	3.15	0.71	0.63	0.07

G: Genotip, B.Y.: Bitki Yoğunluğu, V.K: Varyans Kaynağı, S.D: Serbestlik Derecesi, B.B: Bitki Boyu, K.P.V: Kütlü Pamuk Verimi, L.P.V: Lif Pamuk Verimi, Ç.R: Çırcır Randımanı, M.D.S: Meyve Dalı Sayısı, O.D.S: Odun Dalı Sayısı, İ.M.B.S: İlk Meyve Dalının Bulunduğu Boğum Sayısı, K.S: Koza Sayısı, B.E.H.O: Birinci El Hasat Oranı, Ç.G.S: Çiçek Açma Gün Sayısı, K.A.G.S: Koza Açma Gün Sayısı, K.K.A: Koza Kütlü Ağırlığı, **%1 Seviyesinde Önemli, *%5 Seviyesinde Önemli, ö.d.: önemli değil

Ortalama en yüksek bitki boyunun 7,000 bitki/da (123.38 cm) bitki yoğunluğunda; ortalama en düşük bitki boyunun ise 35,000 bitki/da (87.13 cm) bitki yoğunluğunda elde edildiği; genel olarak bitki yoğunluğu arttıkça, farklı biomass yapısına sahip olan iki pamuk çeşidinin bitki boyu değerlerinin azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Khan ve ark. (2019) yüksek bitki yoğunluğunun stoma sayısı, stoma uzunluğu, stoma genişliği, gözenek çevresi ve yaprak kalınlığı gibi yaprak yapısal özelliklerini önemli ölçüde azalttığını belirterek bitkilerin net fotosentez ile üretmiş oldukları kuru madde miktarının azaldığı ve bitki boyunun kısaldığını belirten bulguları ile araştırma bulguları paralellik göstermektedir.

En yüksek kütlü pamuk verimi; hem kloster (Lodos) (643.1 kg/da) hem de açık (Karayel) (655.8 kg/da) koza dizilişine sahip pamuk genotiplerinde 14,000 bitki/da bitki

yoğunluğunda elde edilmiştir (Çizelge 4). Yüksek bitki yoğunluklarında açık tipteki bitkilerin klosterlere göre daha az kütlü pamuk verdiği, düşük bitki yoğunluğunda ise kloster tipteki bitkilerin açıklara göre daha az kütlü pamuk verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu bilgiler doğrultusunda, yüksek bitki yoğunluklarında kloster bitkiler önerilebilirken; düşük bitki yoğunluklarında ise açık bitkilerin daha yüksek kütlü pamuk verimi verdiği saptanmış olup; en uygun bitki yoğunluğunun ise her iki bitki tipinde de 14,000 bitki/da olduğu sonucuna varılmıştır. Yüksek bitki yoğunluğunun stoma sayısı, stoma uzunluğu, stoma genişliği, gözenek çevresi ve yaprak kalınlığı gibi yaprak yapısal özelliklerini önemli ölçüde azalttığını (Khan ve ark. 2019), birim alandaki bitki yoğunluğu arttıkça ortalama net asimilasyon oranının düştüğünü, oluşturulan kuru madde miktarının azaldığını (Bednarz ve ark, 2000) bu sebepten birim alandaki bitki sayısı

artıkça önce ortalama kütlü pamuk verimi artmış, sonrasında ise azalma eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4. Bitki yoğunlukları ve genotiplere göre ortalama değerler

Bitki Yoğunluğu (bitki/da)	B.B (cm)			K.P.V (kg/da)			L.P.V (kg/da)		
	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.
7,000	123.0 a* A*	123.8 a A	123.4	545.2 b B	614.2 bc A	579.7	232.8 b B	258.0 bc A	245.4
14,000	109.8 b A	114 b A	111.9	643.1 a A	655.8 a A	649.4	273.7 a A	277.9 a A	275.8
21,000	94.3 c A	93.1 c A	93.7	639.5 a A	625.4 ab A	632.5	273.0 a A	266.4ab A	269.7
28,000	93.5 c A	91.0 c A	92.3	638.2a A	574.1 c B	606.2	271.8 a A	241.1c B	256.4
35,000	92.5 c A	81.8 d A	87.1	613.3 a A	542.3 d B	577.8	264.8 a A	227.5 d B	246.1
Ortalama	102.6	100.7		615.9	602.4		263.2	254.2	
LSD _G (0.05)		ö.d.			ö.d.			8.99	
LSD _{B.Y.} (0.05)		3.40			28.74			12.23	
LSD _{GXB.Y.} (0.05)		4.81			40.64			17.30	

Bitki Yoğunluğu (bitki/da)	Ç.R (%)			M.D.S (adet)			O.D.S (adet)		
	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.
7,000	42.70	42.00	42.34	13.70	13.35	13.53 a	2.18	2.08	2.13 a
14,000	42.60	42.40	42.48	11.55	11.95	11.75 b	0.93	1.10	1.01 b
21,000	42.70	42.60	42.64	8.88	8.48	8.68 c	0.43	0.20	0.32 c
28,000	42.60	42.00	42.28	7.55	7.40	7.48 d	0.12	0.12	0.12 d
35,000	43.20	41.90	42.56	7.13	6.18	6.65 e	0.08	0.08	0.08 d
Ortalama	42.70 a	42.20 b		9.76	9.47		0.74	0.71	
LSD _G (0.05)		0.36			ö.d.			ö.d.	
LSD _{B.Y.} (0.05)		ö.d.			0.57			0.17	
LSD _{GXB.Y.} (0.05)		ö.d.			ö.d.			ö.d.	

ö.d.: önemli değil; B.B: bitki boyu, K.P.V: kütlü pamuk verimi, L.P.V: lif pamuk verimi, Ç.R: çırçır randımanı, M.D.S: meyve dalı sayısı, O.D.S: odun dalı sayısı değerleri ve oluşan gruplar

+ Küçük harfler, genotiplere göre bitki yoğunluklarının önem düzeylerini göstermektedir.

* Büyük harfler, her bir bitki yoğunluğunda genotipler arasındaki önem düzeylerini göstermektedir.

Bunun nedeni ise bu bitki tipinde meyve dallarının kısa olmasından ve meyve dalı üzerindeki koza pozisyon sayısının açık tipe göre düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Açık bitki tipine sahip bitkilerde ise ekim sıklığı arttıkça meyve dalının büyümesi ve koza tutumunda azalma, bitki formundan dolayı yeterli miktarda ışık alamayıp fotosentez oranının düşmesi koza sayısını düşürdüğünden kütlü pamuk veriminde azalmaya neden olduğu öngörülmektedir.

Bununla birlikte pamukta bitki sıklığının kütlü pamuk verimi üzerindeki etkileri, yetiştirme sezonun iklim özellikleri, çalışmada kullanılan genotipler ve kültürel işlemlere göre değişiklik gösterebilmektedir.

En yüksek lif pamuk veriminin, her iki genotipte de 14,000 bitki/da bitki yoğunluğundan elde edildiği (açık koza dizilişine sahip pamuk genotipi; 277.9 kg/da, kloster koza dizilişine sahip pamuk genotipi; 273.7 kg/da) ve bu bitki yoğunluğunu 21,000 bitki/da bitki yoğunluğunun izlediği (açık koza dizilişine sahip pamuk genotipi; 266.4 kg/da, kloster koza dizilişine sahip pamuk genotipi; 273.0 kg/da), en düşük lif pamuk veriminin ise her iki çeşitte de 35,000 kg/da arasındaki bitki yoğunluğundan elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4).

Denemede kullanılan genotipler çırçır randımanı yönünden karşılaştırıldığında; kloster koza dizilişine sahip genotip, açık koza dizilişine sahip genotipe göre rakamsal olarak daha yüksek çırçır randımanı değeri göstermiştir. Kloster tipli ve açık tipli pamuk genotipleri arasında çırçır randımanı bakımından %1.17 fark olduğu görülmektedir. (Çizelge 4).

Araştırmada elde edilen bulgular; Bridge ve ark. (1973), Dong ve ark. (2006a), Dong ve ark. (2006b), Karataş (2007), Özdemir (2007), Sadık ve Kaynak (2017), Beyyavaş ve ark. (2018), Çiçek (2019) tarafından bildirilen sonuçlarla uyum içerisindedir. Bu sonuçlara bakılınca, bitki yoğunluğu arttıkça çırçır randımanı değerinin düştüğünü belirten çalışmalarla (Bednarz ve ark., 2005; Darawsheh ve ark., 2009) çelişmektedir. Araştırmalar arasındaki farklılıklar pamukta çırçır randımanı özelliğinin kalıtım derecesi yüksek bir özellik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, pamukta çırçır randımanın özelliğinin kalıtım derecesi yüksek, çevre ve yetiştirme şartlarından az etkilenen bir özellik olduğu yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir (İlker ve ark., 2008; Reddy ve Sarma, 2014).

Bitki yoğunlukları pamuk bitkisinin meyve dalı sayısını istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. En yüksek meyve dalı sayısı 7000 bitki/da bitki yoğunluğunda (13.53 adet/bitki), en düşük meyve dalı sayısı ise 35,000 bitki/da bitki yoğunluğunda (6.65 adet/bitki) elde edilmiş olup, bitki yoğunluğu arttıkça meyve dalı sayısının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu sonuç, bitki yoğunluğu arttıkça farklı pamuk bitkisi tipinde ilk gelişim evresinde bitki boyunun attığı; daha sonraki evrelerde değişiklik olmadığı ve yüksek bitki yoğunluklarının ana sap üzerindeki boğum sayısını düşürerek verime etki edebileceği bulgusu ile açıklanabilmektedir (Kaggwa-Asiimwe ve ark., 2013). Sonuç olarak bitki yoğunluğu arttıkça bitki boyu azalmış ve bu doğrultuda meyve dalı sayısında azalma görülmüştür.

Odun dalı sayısı yönünden bitki yoğunlukları arasındaki fark değerlendirildiğinde, odun dalı sayısının ortalama 0.08 ile 2.13 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4). En yüksek odun dalı sayısı 7000 bitki/da bitki yoğunluğunda, en düşük odun dalı sayısı 35,000 bitki/da bitki yoğunluğundan elde edilmiştir. Bitki yoğunluğu arttıkça odun dalı sayısının azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

İlk meyve dalı boğum sayısı yönünden genotip x bitki yoğunluğu arasındaki interaksiyon incelendiğinde; 35,000 bitki/da ve 28,000 bitki/da gibi yüksek bitki yoğunluklarında, kloster bitkilerin açık bitkilere göre 1 boğum daha alttan meyve dalı oluşturduğu, 14,000 bitki/da ve 7,000 bitki/da gibi düşük bitki yoğunluklarında ise açık bitkilerin kloster bitkilere göre ortalama 1.5 boğum daha alttan meyve dalı oluşturduğu saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Bitki yoğunlukları ve genotiplere göre ortalama değerler

Bitki Yoğunluğu (bitki/da)	İ.M.B.S (nod sayısı)			K.S (adet/bitki)			B.E.H.O (%)		
	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.
7,000	5.38 c* A*	3.90 c B	4.64	12.53 a A	12.60 a A	12.56	79.75	77.50	78.63 d
14,000	5.73 bc A	4.48 c B	5.10	9.10 b B	10.3 b A	9.74	82.50	84.75	83.63 c
21,000	6.38 b A	6.93 b A	6.65	6.15 c A	5.20 c B	5.67	83.75	83.75	83.75 c
28,000	7.61 a A	8.08 a A	7.84	5.50 b A	4.61d B	5.05	93.00	93.25	93.13 b
35,000	7.83 a A	8.73 a A	8.28	4.52 d A	3.52 e B	4.02	96.75	94.75	95.75 a
Ortalama	6.58	6.42		7.56	7.26		87.15	86.80	
LSD _G (0.05)		ö.d.			ö.d			ö.d.	
LSD _{B.Y.} (0.05)		0.48			0.32			1.83	
LSD _{GXB.} (0.05)		0.67			0.58			ö.d.	

Bitki Yoğunluğu (bitki/da)	Ç.G.S (gün)			K.A.G.S (gün)			K.K.A		
	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.
7,000	60.50	63.50	62.00 d	117.2	117.8	117.5 a	5.55	6.05	5.80 a
14,000	63.25	67.00	65.10 c	113.2	114.8	114.0 b	5.11	5.66	5.39 b
21,000	64.00	69.00	66.50 b	113.5	113.0	113.3 bc	4.90	5.52	5.21 b
28,000	65.00	68.50	66.80 b	113.0	112.8	112.9 c	4.51	4.96	4.74 c
35,000	67.25	70.25	68.80 a	112.8	113.3	113.0 c	3.99	4.34	4.16 d
Ortalama	64.00 a	67.70 b		114.0	114.3		4.81 b	5.30 a	
LSD _G (0.05)		1.36			ö.d.			0.28	
LSD _{B.Y.} (0.05)		0.87			0.82			0.27	
LSD _{GXBY} (0.05)		ö.d			ö.d.			ö.d.	

ö.d.: önemli değil; İ.M.B.S: ilk meyve dalının bulunduğu boğum sayısı, K.S: koza sayısı, B.E.H.O: birinci el hasat oranı, Ç.G.S: çiçek açma gün sayısı, K.A.G.S: koza açma gün sayısı, K.K.A: koza kütlü ağırlığı değerleri ve oluşan gruplar.

+ Küçük harfler, genotiplere göre bitki yoğunluğunun önem düzeylerini göstermektedir.

* Büyük harfler, her bir bitki yoğunluğunda genotipler arasındaki önem düzeylerini göstermektedir.

İlk meyve dalının bulunduğu boğum sayısı kloster bitkilerde 5.38 ile 7.83 arasında; açık bitkilerde 3.90 ile 8.73 arasında değişmektedir (Çizelge 5). Elde edilen bulgular, bitki yoğunluğu arttıkça ilk meyve dalı boğum sayısının azaldığını bildiren Karataş (2007) ile ve ilk meyve dalının bulunduğu boğum sayısının bitki yoğunluğu ile ilişkili olmadığını belirten Bednarz ve ark.(2000)'nın bulguları ile çelişir durumdadır.

Toplam koza sayısı yönünden genotip x bitki yoğunluğu interaksiyonunu incelendiğinde, 21,000 bitki/da, 28,000 bitki/da ve 35,000 bitki/da bitki yoğunluklarında, kloster koza dizilişine sahip genotip, açık koza dizilişine sahip genotipe göre daha fazla koza sayısına sahiptir. 14,000 bitki/da ve 7,000 bitki/da bitki yoğunluklarında ise açık koza dizilişine sahip pamuk genotipi kloster koza dizilişine sahip genotipe göre daha fazla koza oluşturmuştur. En fazla koza sayısı 7,000 bitki/da (12.60 adet/bitki) bitki yoğunluğunda;

en az koza sayısı ise 35,000 bitki/da (4.02 adet/bitki) bitki yoğunluğunda oluşmuştur (Çizelge 5). Çalışmanın sonuçları; bitki sıklığı arttıkça koza sayısının azaldığını belirten çalışma bulgularıyla uyum göstermektedir (Akthar ve ark., 2002), Boquet (2005), Siebert (2005), Beyyavaş ve ark. (2018), Sadık ve Kaynak (2017).

Birinci el hasat oranı yönünden bitki yoğunlukları arasındaki fark değerlendirildiğinde, yüksek bitki yoğunluğunda (35,000 bitki/da) her iki bitki tipinde de olgunlaşmanın daha hızlı olduğu; ortalama birinci el hasat oranı değerlerinin %78,63 ile %95,75 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yüksek bitki yoğunluklarında vejetasyon süresinin kısaldığı ve bitkilerin erken olgunlaştığı görülürken; bitki yoğunluğu azaldıkça istatistiksel olarak birinci el hasat oranının düştüğü saptanmıştır (Çizelge 5).

İlk çiçek açma gün sayısı yönünden genotipler değerlendirildiğinde; kloster koza dizilişine sahip genotipler (64'cü gün), açık koza dizilişine sahip genotiplere (67.7 gün) göre %5.5 oranında daha erken çiçek açtığı tespit edilmiştir. İlk çiçek açma gün sayısı bakımından bitki yoğunlukları karşılaştırıldığında en erken çiçeklenme 62'ci gün ile 7000 bitki/da bitki yoğunluğunda elde edilirken; en geç çiçeklenme 68.8'ci gün ile 35,000 bitki/da bitki yoğunluğundan elde edilmiştir. (Çizelge 5).

İlk koza açma gün sayıları bakımından bitki yoğunlukları karşılaştırıldığında; bitki yoğunluğu azaldıkça vejetasyon süresinin uzadığı belirlenmiştir. En erken koza açımı 112,9 gün ile 28,000 bitki/da bitki yoğunluğunda; en geç koza açımının ise 118 gün ile 7,000 bitki/da bitki yoğunluğunda görüldüğü tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Tek koza kütlü ağırlığı bakımından bitki yoğunlukları karşılaştırıldığında; bitki yoğunluğu azaldıkça tek koza kütlü ağırlığının arttığı Çizelge 5 de görülmektedir. En yüksek tek koza kütlü ağırlığı değeri 5.8 g ile 7,000 bitki/da bitki Çizelge 6. Bitki yoğunlukları ve genotiplere göre lif kalite özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

yoğunluğunda; en düşük tek koza kütlü ağırlığı değeri ise 4.2 g ile 35,000 bitki/da bitki yoğunluğunda görüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 5). Araştırma bulguları; Fowler ve Ray (1977), Kaynak (1995), Jones ve Wells (1998), Bednarz ve ark. (2000), Akhtar ve ark. (2002), McCarty ve ark. (2017)'nin bitki yoğunluğu arttıkça tek koza kütlü ağırlığının düştüğünü bildirdikleri çalışmalar ile uyum içindedir.

Çizelge 6'da açık ve kloster koza dizilişine sahip pamuk genotiplerinin, farklı bitki yoğunluklarında elde edilen lif kalite özellikleri değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Lif kalite özellikleri incelendiğinde lif uzunluğu değerlerinde genotipler arasında istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde farklılık gözlemlenirken; bitki yoğunlukları arasında sadece lif inceliği bakımından %5 önem seviyesinde farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Genotip x bitki yoğunluğu interaksyonu bakımından lif kalite özelliklerinde herhangi bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 6).

Kareler Ortalaması

V.K	S.D	Lif İnceliği (mic)	Lif Yeknesaklığı (%)	Kısa Lif İçeriği (%)	Lif Mukavemeti (g/tex)	Lif Uzunluğu (mm)	Lif Esnekliği (%)
Tekerrür	3	0.09	12.07	2.60	4.33	4.94	0.58
G	1	0.06 ö.d.	4.20 ö.d.	2.60 ö.d.	0.83 ö.d.	10.61 *	4.47 ö.d.
Hata-1	3	0.05	0.24	0.23	11.10	0.31	0.39
B.Y	4	0.07 *	1.02 ö.d.	0.15 ö.d.	1.84 ö.d.	0.12 ö.d.	0.09 ö.d.
G X B.Y	4	0.04 ö.d.	1.35 ö.d.	0.22 ö.d.	3.32 ö.d.	1.03 ö.d.	0.06 ö.d.
Hata-2	24	0.02	2.21	0.68	1.64	0.96	0.16
Genel	39	0.04	2.54	0.71	2.71	1.42	0.33

G: genotip, B.Y.: bitki yoğunluğu, V.K: varyans kaynağı, S.D: serbestlik derecesi, * %5 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Lif inceliği yönünden bitki yoğunlukları karşılaştırıldığında en ince lifin 4.52 mic ile 7000 bitki/da bitki yoğunluğundan elde edildiği; en kaba lifin ise 4.79 mic ile 35,000 bitki/da bitki yoğunluğundan elde edildiği saptanmıştır. Bitki yoğunluğu arttıkça istatistiksel olarak lif inceliği değerinin arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Lif mukavemeti bakımından rakamsal olarak en yüksek lif mukavemeti değeri 31.0 g/tex ile 14,000 bitki/da ve 21,000 bitki/da bitki yoğunluklarından elde edildiği; en düşük değer ise 7,000 bitki/da bitki yoğunluğundan (29.8 g/tex) elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 7).

Lif uzunluğu değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak açık koza dizilişine sahip pamuk genotipi (29.6 mm), kloster koza dizilişine sahip pamuk genotipine (28.5 mm) göre daha uzun lif değerlerine sahiptir. Rakamsal olarak bitki yoğunlukları karşılaştırıldığında en yüksek lif uzunluğu 7,000 bitki/da ve 14,000 bitki/da bitki yoğunluklarında (29,1 mm) elde edilirken en düşük lif uzunluğunun 35,000 bitki/da bitki yoğunluğunda (28,8 mm) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

Lif esnekliği bakımından en düşük değer 7,000 bitki/da bitki yoğunluğunda (%6.6), en yüksek değer ise 35,000 bitki/da bitki yoğunluğunda (%6.9) elde edildiği belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli fark olmamasına rağmen bitki yoğunluğu arttıkça lif esnekliği değeri de artmaktadır (Çizelge 7).

SONUÇ

Bu çalışma, pamuk koza veriminin ekim sıklığı ve genotipten etkilendiğini ortaya koymaktadır. Üretim alanında belli miktarda bitki sayısını artırmak, daha yüksek lif verimi elde etmeye yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır. Verimi artırmak ve pamuk girdi maliyetini düşürmek için dar veya ultra dar sıralı üretim sistemi geleneksel yerine alternatif bir strateji olarak önerilebilmektedir. Ayrıca lif özelliklerinin büyük ölçüde genetik olarak etkilendiğine dair diğer araştırmacıların bulguları desteklemektedir. Bu nedenle, lif kalitesini en üst düzeye çıkarmak için, çeşit seçimi büyük önem taşırken, genetik potansiyeli korumak veya maksimize etmek için bitki yoğunluğunun yönetimi ikincil önem sırasındadır. Pamuk kütlü verimi bakımından değerlendirildiğinde hem açık hem de kloster bitki tipi bitki yoğunluğu olarak 14,000 – 21,000 bitki/da'da en yüksek verimi ulaştırırken eğer açık koza dizilişine sahip bir genotipin tarımı yapılacaksa bitki yoğunluğu 21,000 bitki/da'a geçmemesi; kloster koza dizilişine sahip pamuk genotipinin tarımı yapılacaksa bitki yoğunluğu 14,000 bitki/da'dan az yoğunlukta olmaması önerilmektedir.

Çizelge 7. Bitki yoğunlukları ve genotiplere göre ortalama lif inceliği, lif yeknesaklığı, kısa lif içeriği, lif mukavemeti, lif uzunluğu, lif esnekliği (%) değerleri ve oluşan gruplar

Bitki Yoğunluğu (bitki/da)	Lif İnceliği (mic)			Lif Yeknesaklığı (%)			Kısa Lif İçeriği (%)		
	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.
7,000	4.50	4.55	4.52	84.6	83.9	84.3	9.1	8.3	8.7
14,000	4.53	4.72	4.63	84.1	85.2	84.7	9.1	8.0	8.6
21,000	4.76	4.63	4.70	85.0	85.5	85.2	8.7	8.3	8.5
28,000	4.73	4.80	4.76	84.0	85.9	84.9	8.4	8.3	8.3
35,000	4.65	4.92	4.79	83.9	84.8	84.3	9.0	8.5	8.7
Ortalama	4.64	4.72		84.3	85.1		8.9	8.3	
LSD _G (0.05)		ö.d			ö.d			ö.d	
LSD _{B.Y.} (0.05)		0.16			ö.d			ö.d	
LSD _{GXB.Y.} (0.05)		ö.d.			ö.d			ö.d	

Bitki Yoğunluğu (bitki/da)	Lif Mukavemeti (g/tex)			Lif Uzunluğu (mm)			Lif Esnekliği (%)		
	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.	Lodos	Karayel	Ort.
7,000	31.0	28.7	29.8	29.0	29.3	29.1	7.1	6.1	6.6
14,000	30.5	31.6	31.0	28.0	30.2	29.1	7.0	6.4	6.7
21,000	30.5	31.5	31.0	28.8	29.2	29.0	7.3	6.4	6.8
28,000	29.6	30.7	30.1	28.2	29.6	28.9	7.0	6.5	6.8
35,000	30.4	31.3	30.8	28.0	29.6	28.8	7.3	6.5	6.9
Ortalama	30.4	30.7		28.5	29.6		7.1	6.4	
LSD _G (0.05)		ö.d			0.89			ö.d	
LSD _{B.Y.} (0.05)		ö.d			ö.d			ö.d	
LSD _{GXB.Y.} (0.05)		ö.d			ö.d			ö.d	

ö.d.: önemli değil

KAYNAKLAR

- Akhtar M, Cheema MS, Jamil M, Farooq MR, Aslam M (2002) Effect of Plant Density on Four Short Statured Cotton Varieties. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1(6): 644-645.
- Başal H, Sezener V, Canavar O, Kızılkaya K, Dağdelen N (2014) Effects of Water Stress and Plant Density on Cotton (*Gossypium hirsutum* L) Cultivars Differing in Maturity and Seed Size: I Yield Components and Fiber Quality Parameters. *Int J Agric Inn Res*, 3: 755-760.
- Bednarz CW, Bridges DC, Brown SM (2000) Analysis of Cotton Yield Stability Across Population Densities. *Agronomy Journal*, 92(1): 128-135.
- Bednarz, CW, Shurley, WD, Anthony, WS, Nichols, RL (2005) Yield, Quality, and Profitability of Cotton Produced at Varying Plant Densities. *Agronomy Journal*, 97(1): 235-240.
- Beyyavaş V, Yılmaz A, Haliloğlu H (2018) Farklı Bitki Sıklığı ve Mepiquat Chloride Uygulamasının Normal Ekim Zamanında Pamukun (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 262-273.
- Boquet, D. J. (2005). Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agronomy Journal*, 97(1), 279-287.
- Bridge RR, Meredith Jr WR, Chism, JF (1973) Influence of Planting Method and Plant Population on Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Agronomy Journal*, 65(1): 104-109
- Çiçek Ş (2019) Diyarbakır Koşullarında Farklı Sıra Üzeri Mesafelerde Ekilen Pamukun (*Gossypium hirsutum* L.) Gelişiminin Bitki İzleme Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır.*
- Darawshah MK, Chachalis D, Aivalakis G, Khah EM (2009) Cotton Row Spacing and Plant Density Cropping Systems II Effects on Seed Cotton Yield, Boll Components And Lint Quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3-4): 262-265.
- Dong HZ, Li, WJ, Tang W, Li, ZH, Zhang DM (2006a) Effects of Genotypes and Plant Density on Yield, Yield Components And Photosynthesis in Bt Transgenic Cotton. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192(2): 132-139.
- Dong H, Li W, Tang W Li, Z Zhang, D, Niu Y (2006b) Yield, Quality and Leaf Senescence of Cotton Grown at Varying Planting Dates and Plant Densities in the Yellow River Valley of China. *Field Crops Research*, 98(2-3): 106-115.
- Fowler JL, Ray LL (1977) Response of Two Cotton Genotypes to Five Equidistant Spacing Patterns. *Agronomy Journal*, 69(5): 733-738.
- Guzman M, Vilain L, Rondon T, Sanchez J (2019) Sowing Density Effects in Cotton Yields and Its Components. *Agronomy*, 9(7): 349.
- Heitholt JJ (1994) Canopy Characteristics Associated with Deficient and Excessive Cotton Plant Population Densities. *Crop science*, 34(5): 1291-1297.
- ICAC. (2019) International Cotton Advisory Committee. Washington D.C.

- İlker E, Altınbaş M, Tosun M, Sakinoğlu FÇ (2008) İki Pamuk Melezinin (*Gossypium* spp.) F2 Generasyonunda Bazı Verim ve Lif Özellikleri İçin Heterosis ve Genotipik Değişkenlik. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45(3), 153-163.
- Jones MA, Wells R (1998) Fiber Yield and Quality of Cotton Grown at Two Divergent Population Densities. Crop Science, 38(5): 1190-1195.
- Kaggwa-Asiimwe R, Andrade-Sanchez P, Wang G (2013) Plant Architecture Influences Growth and Yield Response of Upland Cotton to Population Density. Field Crops Research, 145: 52-59.
- Karataş A (2007) Bitki Sıklığı ve Pix (Mepiquat Chloride) Uygulamalarının Pamuk Büyümesi, Verimi ve Lif Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 126s.
- Kaynak MA (1995) Harran Ovası Koşullarında Farklı Sıra Arası Uzaklıklarının, Erkenci Pamuk Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1): 1-19.
- Khan A, Zheng J, Tan D KY, Khan A, Akhtar K, Kong X, Fahad S (2019) Changes in Leaf Structural and Functional Characteristics when Changing Planting Density at Different Growth Stages Alters Cotton Lint Yield under a New Planting Model. Agronomy, 9(12): 859.
- McCarty JC, Jenkins JN, Hayes RW, Wubben MJ (2017) Effects of Plant Density on Boll Retention and Yield of Cotton in the Mid-South. American Journal of Plant Sciences, 8(04): 891.
- Meng Y, Lv F, Zhao W, Chen J, Zhu L, Wang Y, Zhou Z (2016) Plant Density Influences Fiber Sucrose Metabolism in Relation to Cotton Fiber Quality. Acta Physiologiae Plantarum, 38(5): 112.
- Mert M, Akiscan Y, Gencer O (2004) Inheritance of Oil And Protein Content in Some Cotton Generations. Asian Journal of Plant Sciences, 3(2): 174-176.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Aydın Verileri, 2020. Erişim: [https://mgm.gov.tr/?il=Ayd%C4%B1n].
- Özdemir M (2007) Buğday Sonrası İkinci Ürün Pamuk (*G. hirsutum* L) Üretiminde Ekim Sıklığının Verim ve Lif Teknolojik Özelliklere Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş
- Reddy RY, Sarma ASR (2014) Genetic Variability for Yield Components and Fibre Characters in Cotton (*Gossypium arboreum* L). Plant Archives, 14(1): 417-419
- Sadık FG, Kaynak MA (2017) İkinci Ürün Koşullarında Ekim Sıklığının Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L) Verim, Verim Unsurları ve Lif Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1): 39-44.
- Siebert, M. W., Leonard, B. R., Gable, R. H., & LaMotte, L. R. (2005). Cotton boll age influences feeding preference by brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of economic entomology*, 98(1), 82-87.
- Wang X, Hou Y, Du M, Xu D, Lu H, Tian X, Li Z (2016) Effect of Planting Date And Plant Density on Cotton Traits as Relating to Mechanical Harvesting in The Yellow River Valley Region of China. Field Crops Research, 198: 112-121.

Pınarbaşı Uzunyayla Bölgesi Çerkes Peynirlerinin Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma

Oktay YERLİKAYA¹, **Cesur MEHENKTAS^{2*}**, **Ecem AKAN³**, **Harun Raşit UYSAL¹**

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Bornova-İzmir

²Ege Üniversitesi Tire Kutsan Meslek Yüksekokulu, Tire-İzmir

³Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Koçarlı-Aydın

Öz: Pınarbaşı Uzunyayla Bölgesi Çerkes peyniri tam yağlı inek veya koyun sütünden üretilen, taze veya doğal şartlarda üretildiği alanda olgunlaştırılarak tüketilen ve uzun süre dayanabilen yarı sert geleneksel bir peynir çeşididir. Bu çalışmada Kayseri ilinin Pınarbaşı ilçesine bağlı Uzunyayla bölgesindeki 8 adet yerel işletme tarafından geleneksel yöntemlerle üretilen Çerkes peyniri örneklerinin, üretimin 1. günü (taze olarak) ve 30. günü (olgunlaştırılmış olarak) bazı fizikokimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, peynirlerin kurumadde, tuz, yağ, toplam azot ve protein içerikleri ile pH ve % laktik asit değerlerinde farklılıklar olduğu ve olgun peynirlerde daha yüksek değerler aldığı görülmüştür ($p<0.05$). Olgunlaşma süresince suda çözünen azot değeri sadece tek bir peynir örneğinde azalma gösterirken, olgunlaşma indeksi çoğu peynirde azalmıştır. İç ve dış yüzeylere ilişkin renk değerlerinde ise farklı ölçümler elde edilmiş ve örnekler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Anahtar kelimeler: Çerkes peyniri, geleneksel peynirler, Uzunyayla, süt ürünleri

A Research on Some Physicochemical and Sensory Properties of Pınarbaşı Uzunyayla Region Circassian Cheeses

Abstract: Pınarbaşı Uzunyayla Region Circassian cheese is a type of semi-hard traditional cheese, produced from full-fat cow's or sheep's milk, consumed freshly or after it is ripened naturally in the area where it is produced, and having a long shelf-life. In this research, some physicochemical and sensory properties of Circassian cheese samples produced by traditional methods by 8 local enterprises in Uzunyayla region of Pınarbaşı district of Kayseri province were investigated on the 1st day (as fresh) and 30th day (as ripened) of production. As the result of the analyzes, it was observed that there were differences in dry matter, salt, fat, total nitrogen and protein contents, pH and % lactic acid values of cheeses and that they had higher values in ripened cheeses ($p<0.05$). During ripening, the water-soluble nitrogen value decreased in only one cheese sample, while the ripening index decreased in most cheeses. Different measurements were obtained in the color values of the inner and outer surfaces and significant differences were detected between the samples ($p<0.05$).

Keywords: Circassian cheese, traditional cheeses, Uzunyayla, dairy products

GİRİŞ

Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri, adı geçen coğrafi alanda tam yağlı inek veya koyun sütünden üretilen, sütün kaynama noktasında fermente peyniraltı suyu katılarak asit ve ısı etkisiyle pıhtılaştırılan, oluşan pıhtıya sepetlerde kalıp halinde şekil verilen, iri kaya tuzu ile tuzlanan, kısa sürede kabuk bağlayan, taze ve doğal şartlarda üretildiği alanda olgunlaştırılarak tüketilen, uzun süre dayanabilen yarı sert geleneksel bir peynir çeşididir (Türkpatent, 2021). Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peynirinin ayırt edici özellikleri; geleneksel olarak sütün ısı ve peyniraltı suyu yardımıyla pıhtılaştırılması, pıhtının özel olarak üretilmiş sepetlerde asılarak atmosferik ortamda doğal şartlarda kurutulması, kurutma sonucunda sepetin şeklini alan peynirlerde yağın yüzeylerde toplanması ve hava ile temas etmesi sonucu peynirin sarı renk almasıdır (Anonim, 2022a). Bu yörede peynir üretimi, Rusya Federasyonu'na bağlı Adigey, Kabardey-Balkar ve Karaçay-Çerkes Cumhuriyetleri'nden gelen Çerkesler (Adigeler; Kabardey, Hatkoy, Abzah) tarafından 1864 yılından beri yörenin coğrafi konumuna uyarlanarak devam ettirilmektedir. Çerkes dilinde Koypitlij olarak adlandırılan bu

peynir çeşidinin Türkçe karşılığı "kırmızı peynir" anlamına gelmektedir. Bu terim sadece Uzunyayla'da kullanılmaktadır. Türkiye'nin geri kalanında ve Adigey Cumhuriyeti'nde yaşayan Çerkesler buna yakın özellikteki peynire Adige Koaye (Çerkes peyniri) veya Mate Koaye (Sepet peyniri) demektedirler.

Uzunyayla platosunun yüksek ve ağaçtan yoksun olması nedeniyle, yöre insanı peyniri coğrafi yapıdan faydalanarak işleme yerine, evlerinde kuzey doğu (Poyraz rüzgarı) tarafına koyarak olgunlaştırmış ve saklamışlardır. Uzunyayla platosunun yüksekliğinden ve gece gündüz arası ısı farkının yüksek olmasından faydalanarak, peynirlerin hem kurumasında hem de olgunlaşmasında buldukları coğrafyanın doğal şartlarını kullanmışlar, peynirlerin üretimden sonra uzun süre saklanmasını sağlamışlardır. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri bu yönü ile diğer yörelerde üretilen Çerkes peynirlerinden ayrılmaktadır.

***Sorumlu Yazar:** cesur.mehenktas@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 4 Ekim 2022

Kabul Tarihi: 23 Kasım 2022

Geçmişten günümüze kadar Uzunayla platosunda bulunan köy ve yaylalarda bu peynir kadınlar tarafından üretilmekte ve pazarlanmaktadır. Bu çalışmada, Kayseri ilinin Pınarbaşı ilçesine bağlı Uzunayla bölgesindeki 8 adet yerel işletmeden temin edilen, geleneksel yöntemlerle üretilmiş Çerkes peyniri örneklerinin üretimin 1. ve 30. günlerindeki (sırasıyla taze ve olgunlaştırılmış peynirler olarak) bazı fizikokimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Pınarbaşı Uzunayla Çerkes Peynirlerinin Üretimi

Pınarbaşı Uzunayla Çerkes peyniri ya yağlı inek sütünden ya da koyun sütünden yapılmaktadır. Peynir üretiminde inek ve koyun sütü karışımı kullanılmamaktadır. Peynirin üretim aşamaları şu şekildedir:

1. Aşama: Peynirin yapım zamanı Nisan-Mayıs aylarında başlayıp, Kasım ayına kadar devam etmektedir. Bu dönemlerde koyun ve ineklerin serbest meralarda yayılıp, yaklaşık 1500 rakımda Pınarbaşı yöresinin çok çeşitli bitkilerinden yiyerek ürettikleri yağlı ve aromalı sütleri sağılarak süzgeçten/tülbentten geçirilir. Böylece dışardan herhangi bir yabancı madde var ise ayrıştırılmış olur.

2. Aşama: Süt çelik-krom kazanlarda 80-85°C'ye kadar ısıtılır.

3. Aşama: Süt yaklaşık 80-85°C'de iken peynir mayası olarak kullanılan fermente peyniraltı suyu kazan içindeki sütün en dışından daire olacak şekilde yavaş yavaş dökülür ve tahta kaşık ile yavaş yavaş karıştırılır. Bu dökme esnasında süt dıştan içe/ortaya doğru kesilmeye başlamaktadır. Her bir daire mayalamada tahta kaşık ile karıştırıldığından, şekil olarak da kesilen/mayalanan peynir gözle görülür şekilde fark edilir. Mayalama işlemi sütün miktarına göre 3 ila 5 defa tekrarlanır. Mayalama işlemi göz kararı kazanın içindeki sütün etrafında peyniraltı suyu (sarı-yeşil su) görününceye kadar devam eder ve kitle hamur haline dönüşür.

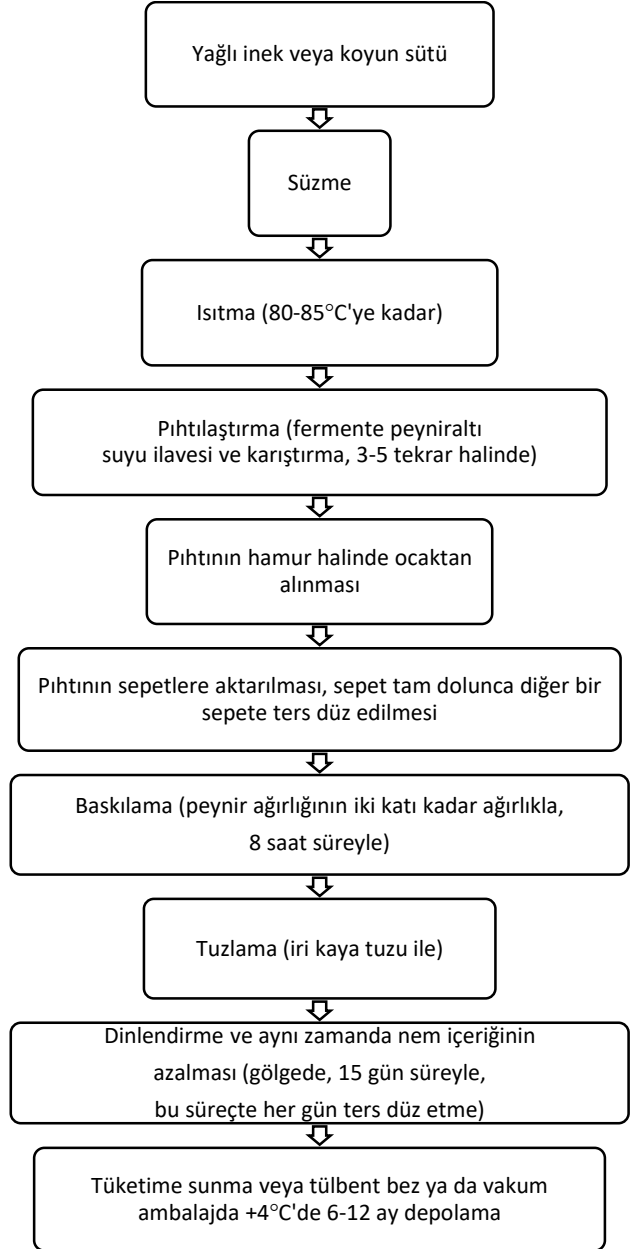
4. Aşama: Mayalanması tamamlanan süt/peynir pıhtısı hamur halinde ocaktan alınır.

5. Aşama: Hamur halindeki peynir pıhtısı kazan içerisinden süzgeç ile sıcaklığı alınarak, yaklaşık 15x15 cm'den küçük, 30x30 cm'den büyük olmayan çaplardaki sepetlere aktarılır. Her bir süzgeç ile peynir pıhtısının sepete konmasının ardından tahta kaşık ile basılarak pıhtının sepete yerleşmesi ve yapışması sağlanır. Sepet tam silme dolunca, aynı ölçülerdeki diğer bir sepete ters düz edilerek şekil alması sağlanır.

6. Aşama: Şeklini alan peynirin üzerine baskı yapması için sepetin içine geçecek ölçüde ağırlık (peynirin yaklaşık iki katı kadar) konur. Böylece, baskı ile peynir suyunun ayrılması ve pıhtının şekil alması sağlanır.

7. Aşama: Tuzlama, peynir yapımının en önemli aşamalarından biridir. Tuzlama ile peynirler kendilerine özgü tat, aroma, yapı ve görüntülerini kazanmaktadırlar. Baskıya

alınan peynir 8 saat sonra (peynirin büyüklüğüne göre) baskıdan alınarak, dış yüzeyi iri kaya tuzu ile tuzlanır. Bu işlemin baskıdan sonra yapılmasının nedeni, peynirin suyunun tuzu eritmesinin engellenmesidir. Tuz aynı zamanda su çekme özelliğine sahip olduğundan, peynirin kalan suyunu bünyesine alarak peynirin dış yüzeyine yapışır (Uraz ve Gencer, 1999).



Şekil 1. Pınarbaşı Uzunayla Çerkes peyniri üretimi akış şeması

8. Aşama: Dış yüzeyi tuzlanan peynir evlerin kuzeyine denk gelen yerlerdeki raflarda dinlendirmeye alınır. Dinlendirmeye alınan yerin güneş almaması gerekir. Kuzeydoğu (Poyraz) rüzgarını alacak şekilde pencere açık tutularak peynirler en az 15 gün dinlendirilir ve aynı zamanda nem içeriğinin azalması sağlanır. Bu işlem sırasında peynir her gün ters düz edilir ve peynirin rengi günden güne koyu krem-açık sarı rengine dönene kadar devam eder.

9. Aşama: 15 gün ön dinlendirme yapılan ve aynı zamanda nem içeriğinin azalması sağlanan Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri bu aşamada tüketime sunulabilir. Peynir depolanacaksa, ya tülbent bez içerisinde veya vakum ambalajlarda +4°C'de 6 ay ile 1 yıl saklanabilmektedir (Kamber, 2008; Çakmakçı ve Salık, 2021; Türkpatent, 2021; Anonim, 2022b). Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peynirinin üretimi, akış şeması halinde Şekil 1'de verilmiştir.

Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes Peynirlerinde Yapılan Analizler
Kayseri Pınarbaşı Uzunyayla'daki Çerkes köylerinde bulunan 8 adet yerel işletmeden (ev tipi geleneksel üretim yapan bireysel üreticilerden) kendi ambalajları içerisinde soğuk zincirle gelen Çerkes peyniri örnekleri, üretimin 1. gününde (taze olarak) ve 30. gününde (olgunlaştırılmış olarak) fizikokimyasal ve duyuşsal analizlere tabi tutulmuştur. Peynir örnekleri yerel ve ev yapımı olduğu için büyüklük ve ağırlıkları değişken olmakla birlikte, kalıp büyüklükleri 250-400 g arasındadır.

Peynir örneklerinin kurumadde miktarı (Anonim, 2006)'ya göre gravimetrik yöntem ile, yağ miktarı Funke-Gerber peynir bütirometreleri kullanılarak Van Gulik yöntemiyle (Anonim, 2015), tuz miktarı Mohr metodu (AOAC, 2000) ile yüzde olarak, pH değeri WTW pH metre ile kalibrasyon sonrası uygun prob kullanılarak, titrasyon asitliği miktarı (Anonim, 2006)'ya göre % laktik asit cinsinden, toplam azot miktarı Kjeldahl metoduna göre (Barbano ve ark. 1990) % olarak, protein miktarı toplam azot miktarının 6,38

katsayısıyla çarpılmasıyla (Mæhre ve ark., 2018), suda çözünen azot miktarı Kjeldahl metodu ile (Ardo ve Polychroniadou, 1999), (Gripon ve ark., 1975)'e göre, olgunlaşma indeksi suda çözünen azot miktarının toplam azot miktarına bölünmesi (WSN/TN) ile (Venema ve ark., 1987) saptanmıştır. Çerkes peyniri örneklerinde renk ölçümü Hunter renk sistemine göre yapılmıştır. Peynirler önce hiçbir işleme alınmadan dış yüzeylerinden farklı alanlardan okuma yapılarak ortalama değerleri alınmıştır. Daha sonra peynir örnekleri bir bıçakla ikiye ayrılıp, iç yüzeyden farklı alanlardan renk ölçümü yapılmıştır. Örneklerin farklı yüzeylerinden eşit mesafelerden ve farklı noktalardan 5 adet ölçüm alınmıştır. L*, a* ve b* değerleri Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japan) cihazı ile beyaz plaka kalibrasyonu sonrası ölçülmüştür (Akan ve ark., 2021). Çerkes peynirlerine ait duyuşsal değerlendirme kriterleri ve tablosu olmadığından, Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin duyuşsal değerlendirilmesi, Dil peynirinin duyuşsal değerlendirme kriterleri adapte edilerek gerçekleştirilmiştir (Uysal ve ark., 2004).

Ürünlerin duyuşsal değerlendirilmeleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'ndeki konusunda uzman olan 8 adet panelist (5 kadın, 3 erkek) tarafından gerçekleştirilmiştir. Pınarbaşı Çerkes peynirinin duyuşsal analizi için Çizelge 1'de verilen kriterler kullanılmış ve peynirlerin özellikleri puanlama testine tabi tutulmuştur.

Çerkes peyniri örneklerinin incelenen özellikleri arasındaki farkların önem derecelerini belirlemek amacıyla analiz sonuçlarına tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS versiyon 20.00 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel açıdan önemli fark bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testinde P<0.05 önem düzeyinde analiz edilmiştir.

Çizelge 1. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin duyuşsal analiz kriterleri ve puanlama skalası

KRİTER	PUAN
DIŞ GÖRÜNÜŞ	
-Parlak, porselen beyazı renkte, düzgün kesilmiş	5
-Mat, açık krem renkte, düzgün kesilmiş	4
-Mat, krem renkte, düzgün kesilmemiş	3
-Mat, homojen olmayan renk, düzgün kesilmemiş	1-2
İÇ GÖRÜNÜŞ	
-Düğüün, pürüzsüz, lekesez kesit	5
-Düğüün, hafif pürüzlü, az lekeli	4
-Düğüün olmayan, pürüzlü, lekeli kesit	3
-Düğüün olmayan, pürüzlü ve çok lekeli kesit	1-2

Çizelge 1. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin duyusal analiz kriterleri ve puanlama skalası(devam)

YAPI ve SERTLİK	
-Elastik yapıda, muntazam lifli yapı	5
-Sertçe ya da yumuşakça muntazam lifli	4
-Sert veya yumuşak, homojen olmayan liflilik	3
-Çok sert veya çok yumuşak, gözenekli veya çatlak yapıda	1-2
KOKU	
-Kendine has kokuda	5
-Çok hafif yabancı kokuda	4
-Hafif ekşimsi	3
-Ekşimsi, küfümsü ve yabancı kokuda	1-2
LEZZET	
-Kendine has hoş lezzette	5
-Çok hafif yabancı lezzet, tuzsuz veya az tuzlu kaşar lezzetinde	4
-Hafif ekşimsi, küfümsü ya da yavanlık	3
-Aşırı derecede ekşilik, yabancı lezzet ya da yavanlık	1-2

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes Peynirinin Fizikokimyasal Özellikleri

Çerkes peyniri Türk Gıda Kodeksi'nde herhangi bir yönetmelik veya Türk Standartları'nda herhangi bir kategoriye dahil edilmemekle birlikte, Çerkes peynirlerinin nem içerikleri %30,2-55,9, yağsız kurumadde içerikleri %22,9-40,6, protein oranları %16,7-32,4, yağ oranları %21,2-29,3 arasında değişmektedir. Çerkes peynirlerinin pH değerinin genellikle 3,8-6,3 ve asitlik değerinin ise 29,30-48,20 °SH arasında olduğu bildirilmektedir. 400 gram Çerkes peyniri yaklaşık 700 mg kalsiyum içermekte ve 332 kcal enerji değeri sağlamaktadır (Kamber, 2008).

Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin kurumadde miktarları depolamanın 1. günü %44,50±0,45-%55,36±0,24, depolamanın 30. günü ise %59,28±0,33-%83,32±0,67 aralığında değişmiştir (Çizelge 2). Aydınol (2013), tütsülenmemiş Çerkes peynirinin toplam kurumadde içeriğinin %60,0, tütsülenmiş Çerkes peynirinin ise %62,2 olduğunu bildirmiştir. Füme Çerkes peynirlerinde ise kurumadde içeriğini %55,02 ile %57,28 arasında belirlemiştir. Üçüncüoğlu (2009), ev yapımı ve tütsüleme işlemi uygulanmamış geleneksel Çerkes peynirlerinin kurumadde değerlerini %44,31-54,11, endüstriyel olarak üretilmiş ve tütsüleme işlemi uygulanmamış Çerkes peynirlerinin kurumadde değerlerini ise %51,96-54,95 aralığında bulmuştur. İlhan (2012), geleneksel olarak üretilmiş ve tütsüleme işlemi uygulanmamış Çerkes peynirlerinin kurumadde değerini %41,19-56,82, Aydınol (2010), tütsüleme işlemi uygulanmamış Çerkes peynirlerinin kurumadde değerini %58,46-62,83 aralığında bulmuştur. Bu araştırmadaki Çerkes peyniri örneklerinin kurumadde

sonuçları, literatürdeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ayar ve ark. (2015) Çerkes peynirindeki toplam kurumadde miktarının üretim koşullarından daha fazla etkilendiğini, peynirdeki toplam protein içeriğinin, sütün kazein oranına ve üretim tekniklerine bağlı olarak değişmekte olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda peynir örneklerinin yağ değerleri depolamanın 1. gününde %15±0,00-25±0,00 arasında iken, aynı örneklerin 30. gününde %18,5±0,71-34,75±0,35 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Örneklerin tuz oranları da depolamanın 1. ve 30. günlerinde analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 1. günde peynirlerin tuz oranları %0,98±0,03-5,28±0,24 arasında değişmiştir. Buna karşılık, aynı örneklerin tuz oranları depolamanın 30. gününde %1,85±0,09 ile %8,27±0,30 aralığında saptanmıştır (p<0.05) (Tablo 2). Çerkes peynirinin tuz içeriği üretim yerine göre değişmektedir. Yapılan araştırmalar Çerkes peynirinin tuz içeriğinin %3,8 ile %6,3 arasında değiştiğini göstermiştir (Kamber, 2008). Gezmiş ve Tarakçı (2020) farklı bitki çeşitleri, karabiber, kişniş ve çörek otu ilaveli Çerkes peyniri örneklerinde, en düşük ortalama tuz içeriğini (%3,26) kontrol peynir örneklerinde, en yüksek ortalama tuz içeriğini ise sırasıyla karabiber (%4,66) ve fesleğen (%4,63) eklenen Çerkes peyniri örneklerinde belirlemişlerdir. Taze Çerkes peynirlerinin tuz miktarlarını Uysal ve ark. (1998) %5,17, Üçüncüoğlu (2009) %4,91-7,11, Aydınol (2010) %2,28-4,21, İlhan (2012) %3,40, Parlak (2016) %3,93-5,56 aralığında tespit etmiştir (Tokgöz, 2019).

Çizelge 2. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinde belirlenen % kurumadde, yağ ve tuz oranları

Örnek no	Depolama günü	% Kurumadde	% Tuz	% Yağ
1	1.	54,92±0,92g	5,28±0,24h	23,5±0,71d
	30.	73,32±2,16e	7,02±0,25g	30,5±0,71b
2	1.	52,51±0,07e	4,74±0,06g	23,75±0,35e
	30.	73,98±0,17g	8,27±0,30h	30,75±0,35ab
3	1.	44,50±0,45a	0,98±0,03a	15±0,00a
	30.	59,28±0,33a	1,85±0,09a	18,5±0,71a
4	1.	48,59±0,56b	4,47±0,18f	18,5±0,71b
	30.	73,54±0,37f	5,93±0,32f	28,5±0,00ab
5	1.	51,03±0,29d	4,02±0,07e	20,5±0,71c
	30.	71,89±0,10c	4,37±3,78d	28±0,00ab
6	1.	53,18±0,24f	3,04±0,15c	24±0,00f
	30.	83,32±0,67h	5,79±0,10e	34±0,00b
7	1.	50,53±0,25c	2,38±0,09b	25±0,00g
	30.	67,07±0,82b	2,87±0,10b	34,75±0,35b
8	1.	55,36±0,24h	2,54±0,03d	15±0,00a
	30.	72,72±2,53d	3,28±0,15c	21±0,71a

a,b,c,d,e,f,g,h: Aynı depolama gününde örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Doğan ve Göksel (2010), Çerkes peynirinde yaptıkları çalışmada pH değerini 6,02, külü %4,87, kurumaddeyi %46,97, proteini %19,67, laktik asidi %0,72, yağı %40 ve tuz miktarını da %2,02 olarak tespit etmişlerdir. Üçüncüoğlu (2009), Sinop, Samsun, Ordu, Tokat ve Amasya illerinden temin ettiği 19 adet ev yapımı taze Çerkes peyniriyle, endüstriyel yapım taze ve tütsülenmiş Çerkes peynirlerinin fizikokimyasal özelliklerini araştırmıştır. Araştırmacı ev yapımı taze peynirlerin daha yüksek tuz içerdiğini, endüstriyel üretim taze peynirlerin ise titrasyon asitliği, protein ve yağ miktarının daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Uysal ve ark. (1998), farklı tekniklerle üretilmiş Çerkes peynirlerinde kurumadde miktarını %44,06-69,82, yağı %21,17-29,25, proteini %16,74-32,42, suda çözünen azotu %0,38-1,86, tuzu %3,83-6,27, titrasyon asitliğini ($^{\circ}\text{SH}$) 29,30-48,20, pH'ı 5,50-5,64 olarak tespit etmişlerdir (Tokgöz, 2019).

Peynir örneklerinin pH değerleri depolamanın 1. gün 5,27±0,01 ile 5,86±0,13 arasında değişirken, depolamanın 30. gününde 4,83±0,06 ile 5,66±0,02 arasında değişmiştir (Çizelge 3). Gezmiş ve Tarakçı (2020) farklı bitki çeşitleri, karabiber, kişniş ve çörek otu ilaveli Çerkes peyniri örneklerinde, peynir çeşitleri arasında pH açısından önemli

farklılık belirlemişlerdir ($p<0,05$). En düşük pH değeri kontrol peynirlerinde saptanmıştır. Karabiber ve fesleğen katkılı peynirlerin pH değerleri benzer bulunmuştur. Çalışmamızda titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın 1. gününde %0,33±0,05 ile %0,81±0,09, olgunlaşmanın 30. gününde ise %0,39±0,05-0,66±0,10 aralığında belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3). Üçüncüoğlu (2009), farklı illere ait Çerkes peyniri örneklerini incelediği çalışmasında pH değerlerini 5,2-5,4 aralığında bulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre hem illere göre hem de yapım yöntemine göre pH değerlerinde önemli düzeyde farklılıklar tespit etmiştir. Çerkes peyniri örneklerinin pH değerlerini İlhan (2012) 4,45-6,19, Sıçramaz (2014) 4,71-5,71, Aydınol (2010) ise 5,18-5,45 aralığında bulmuşlardır. Çerkes peynirinde yaptıkları çalışmalarda titrasyon asitliği değerlerini Uysal ve ark. (1998) %0,66- %0,96, Yıldırım (1970) %0,37-%1 aralığında, Doğan ve Göksel (2010) %0,72, Üçüncüoğlu (2009) ise %1,02 olarak bulmuştur. Çerkes peyniri örneklerinin titrasyon asitliği sonuçları genel olarak söz konusu çalışmalar ile uygun aralıkta olsa da literatür ve araştırma sonuçları karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların sebebi, Çerkes peyniri üretiminde bir standardın olmamasıdır (Tokgöz, 2019).

Çizelge 3. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri

Örnek no	Depolama günü	pH	Titrasyon asitliği (% Laktik asit)
1	1.	5,86±0,13g	0,39±0,05d
	30.	4,83±0,06a	0,39±0,05a
2	1.	5,84±0,02f	0,33±0,05b
	30.	4,90±0,05b	0,45±0,00b
3	1.	5,59±0,11b	0,36±0,09c
	30.	5,66±0,02h	0,45±0,00b
4	1.	5,27±0,01a	0,81±0,09f
	30.	5,18±0,10c	0,66±0,10e
5	1.	5,67±0,06d	0,36±0,00c
	30.	5,24±0,06d	0,54±0,00d
6	1.	5,61±0,07c	0,27±0,00a
	30.	5,29±0,04e	0,45±0,00b
7	1.	5,74±0,00e	0,36±0,00c
	30.	5,58±0,17g	0,48±0,05c
8	1.	5,59±0,05b	0,41±0,05e
	30.	5,50±0,05f	0,39±0,05a

a,b,c,d,e,f,g,h: Aynı depolama gününde örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Bu çalışmada incelenen peynir örneklerinin protein değerleri 1. gün %20,29±0,19-32,44±0,71, 30. gün %27,48±1,41-44,65±2,29 olarak saptanmıştır (Tablo 4). Çerkes peyniri üretim yöntemleri, kurumadde içeriğine paralel olarak protein miktarını da etkilemiştir ($p<0,05$). Gezmiş ve Tarakçı (2020) farklı bitki çeşitleri, karabiber, kişniş ve çörek otu ilaveli Çerkes peyniri örneklerinde protein oranlarının olgunlaşma sırasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çörek otu ve kişniş katkılı Çerkes peynirleri en yüksek protein konsantrasyonuna sahip olurken, karabiber ilaveli örnekler ve kontrol örnekleri en düşük protein konsantrasyonuna sahip olmuştur. Olgunlaştırılan peynirlerde en önemli parametrelerden birisi de proteolizdir. Aynı zamanda peynirlerin olgunlaşma derecesini ifade eden bir diğer parametre de suda çözünen azot bazlı olgunlaşma indeksidir. Bu süreçte toplam suda çözünen azot (Water Soluble Nitrogen, WSN) belirlenmesi olgunlaşma süreci hakkında önemli fikir vermektedir. Bu anlamda, çalışmamızda örneklerde belirlenen suda çözünen azot miktarları depolamanın 1. günü %0,15±0,01-0,79±0,02 arasında değişirken, bu değerler 30. depolama gününde 0,19±0,14-1,19±0,00 arasında değişim göstererek yükselmiştir (Tablo 4). Örneklerin 1. günde saptanan suda çözünen azot bazlı olgunlaşma indeksi değerleri 3,69±0,27-21,05±1,34 aralığında iken, olgunlaşmanın 30. gününde bu değerler 3,78±0,25-19,56±2,74 aralığında bulunmuştur (Çizelge 4).

İlhan (2012) Çerkes peynirlerinde suda çözünen azot miktarını %0,04-0,44, Uysal ve ark. (2006) %0,38, Üçüncüoğlu (2009) ise %0,47 olarak bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen değerler bu değerlerden yüksek olarak bulunmuştur. Guneser ve Yuceer (2011) farklı Çerkes peyniri örneklerinde farklı WSN değerleri belirlemişler (%2,30–29,35), bunun da muhtemelen peynir yapım prosedürlerindeki farklılıklara dayandığını belirtmişlerdir. Bu durum, peynir örnekleri arasında proteoliz seviyesinin değiştiği anlamına gelmektedir. Uysal ve ark. (2006) taze, güneşte kurutulmuş ve ocakta kurutulmuş Çerkes peynirlerinde WSN içeriklerini sırasıyla %0,38, %1,86 ve %1,52 olarak belirlemişlerdir. Gezmiş ve Tarakçı (2020) farklı bitki çeşitleri, karabiber, kişniş ve çörek otu ekledikleri Çerkes peyniri örneklerinde WSN değerlerinin olgunlaşma ilerledikçe arttığını saptamışlardır. Olgunlaşma dönemi sonunda kontrol ve çörek otu katkılı peynirler en yüksek WSN değerlerine sahip olurken, fesleğen ve kişniş katkılı peynirler en düşük değerlere sahip olmuştur. Olgunlaşma indeksi, peynirlerde olgunlaşma derecesinin değerlendirilmesinde en önemli kriterdir ve suda çözünen azot miktarının toplam azot miktarına oranlanmasıyla hesaplanır. Tüm peynirlerin olgunlaşma indeksi değerleri depolama süresince sürekli artış göstermiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin protein (%), suda çözünen azot (%) ve olgunlaşma indeksi değerleri

Örnek no	Depolama günü	% Protein	% Suda çözünen azot	Suda çözünen azot bazlı olgunlaşma indeksi
1	1.	22,93±0,47c	0,26±0,03d	7,29±0,94a
	30.	32,59±0,95d	0,32±0,01c	6,18±0,39e
2	1.	22,79±0,35b	0,24±0,00c	6,59±0,00a
	30.	32,01±0,26c	0,19±0,14a	3,78±2,75a
3	1.	25,53±0,07f	0,15±0,01a	3,78±0,25a
	30.	31,74±0,70b	0,27±0,00b	5,42±0,22c
4	1.	23,90±1,04d	0,79±0,02h	21,05±1,34a
	30.	39,34±5,56f	1,19±0,00g	19,56±2,74h
5	1.	24,03±1,55e	0,28±0,00e	7,32±0,48a
	30.	44,01±17,81g	0,39±0,02e	6,02±2,12d
6	1.	26,63±0,53g	0,30±0,00f	7,10±0,24a
	30.	37,39±0,09e	0,37±0,01d	6,29±0,16f
7	1.	20,29±0,19a	0,34±0,01g	10,78±0,30a
	30.	27,48±1,41a	0,55±0,00f	12,69±0,76g
8	1.	32,44±0,71h	0,19±0,02b	3,69±0,27a
	30.	44,65±2,29h	0,36±0,10d	5,11±1,21b

a,b,c,d,e,f,g,h: Aynı depolama gününde örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çerkes peynirleri ile ilgili herhangi bir standart olmadığı ve sanayide üretilerek Çerkes peyniri adıyla satılan peynirlerin özellikleri geleneksel üretilen Çerkes peyniri ile bağdaşmadığı için, elde edilen değerlerin karşılaştırma olanağı bulunmamaktadır.

Çerkes peyniri örnekleri renk analizi için 1. ve 30. günlerde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Hunter renk cihazında 3 farklı renk değeri belirlenmektedir. Bu değerlerde L* değeri siyahlık veya beyazlık, a* değeri kırmızılık veya yeşillik, b* değeri ise sarılık veya mavilik derecelerini ifade etmektedir. Çerkes peyniri örneklerinde dikkate alınması gereken değer "b" değeridir. Bu değer pozitif olduğunda sarılığı belirtmektedir. "b" değeri ne kadar yüksekse örnek o kadar sarı demektir. Örneklerin tümünün "b" değerleri pozitif çıkmıştır (Tablo 5). Görünüm üzerinde yapılan duyuşal değerlendirme sonuçları örneklerin renginin sarı olduğunu doğrulamış ve puanlama sonuçlarının olumlu yönde etkilendiği gözlenmiştir. Örnekler arasında en sarı örneğin 1. ve 30. günlerde hem iç hem de dış yüzey açısından 5 numaralı örnek olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Çizelge 5).

Çerkes peynirinin L* değerleri, 1. gün dış yüzey 32,68±2,53-38,26±0,88, 1. gün iç yüzey 28,71±0,46-38,70±0,14, 30. gün dış yüzey 23,79±3,19-33,59±1,31, 30. gün iç yüzey 27,05±2,75-37,18±1,44 arasında değişmiştir. Çerkes peynirinin a* değerleri ise 1. gün dış yüzey (-0,20±0,12)-(-0,99±0,06), 1. gün iç yüzey (-0,47±0,08)-(-1,66±0,15), 30. gün dış yüzey (-0,75±0,23)-(-1,37±0,29), 30. gün iç yüzey (-

0,53±0,31)-(-1,94±0,42) arasında değişiklik göstermiştir. Çerkes peynirinin b* değerleri, 1. gün dış yüzey 12,41±1,67-16,84±1,05, 1. gün iç yüzey 13,05±0,98-16,20±0,57, 30. gün dış yüzey 9,64±0,99-13,03±0,95, 30. gün iç yüzey 10,08±1,35-16,23±1,24 arasında değişim göstermiştir (Tablo 5).

Çerkes peynirinin dış yüzey L* değerini İlhan (2012) 27,14-88,40, Aydınol (2010) ise 78,18-85,69 aralığında bulmuştur. Söz konusu peynir örneklerinin a* değerlerini Aydınol (2010) -3,80-1,58, İlhan (2012) -3,8-15,34 aralığında tespit etmiştir. Çerkes peynirinde dış yüzey b* değerlerini İlhan (2012) 10,93-33,96, Aydınol (2010) 13,88-17,73; kaşar peynirinde b* değerini Temizkan (2012) 13,77-24,20 aralığında bulmuştur. Benzer şekilde, Cais-Sokolinska ve ark. (2014), füme olmayan ve füme peynirler arasında renk açıklığı ile ilgili önemli bir farkın sadece dış kenar tabakasında görüldüğünü ve füme peynirlerin iç kısımlarında eşit derecede renk açıklığı olduğunu belirlemiştir. Depolama süresinin sonunda tüm peynir numunelerinde renklerde hafif azalma meydana gelmiş ve ardından peynir numunelerinin hem kabuk hem de iç L* değerleri artmıştır. Bu durum muhtemelen peynir bileşenlerinin konsantrasyonu ve kurumadde içeriğindeki farklılıklar ile ilgilidir (Saldo ve ark., 2002). Aksine, füme olmayan Mozzarella peyniri için L* değerinde belirgin bir artış kaydedilmiş, ancak merkezin füme peynirinde önemli bir hafiflik değişikliği olmamıştır (Cais-Sokolinska ve ark., 2014).

Çizelge 5. Çerkes peyniri örneklerinin iç ve dış yüzey renk analizi parametreleri

Örnek no	Depolama günü	L* değeri	a* değeri	b* değeri
1	1.iç	37,79±0,18d	-0,47±0,08a	13,91±0,16c
	1.dış	37,86±0,29g	-0,26±0,11c	12,49±0,84b
	30.iç	35,31±1,32d	-0,53±0,31a	13,33±0,79d
	30.dış	31,04±2,68g	-0,98±0,44c	9,64±0,99ab
2	1.iç	37,92±0,48g	-0,51±0,05b	14,11±0,08d
	1.dış	38,26±0,53h	-0,20±0,12a	12,41±1,67a
	30.iç	35,76±0,61e	-0,75±0,14c	11,44±1,29b
	30.dış	33,59±1,31h	-1,29±0,32g	11,12±0,17a
3	1.iç	37,85±0,24e	-0,98±0,05e	14,13±0,12e
	1.dış	36,03±1,70d	-0,30±0,20a	14,13±0,12c
	30.iç	36,18±0,53g	-0,83±0,05e	13,86±0,40e
	30.dış	23,79±3,19a	-0,76±0,76b	10,09±2,80ab
4	1.iç	36,60±1,19b	-1,13±0,07g	15,08±0,62g
	1.dış	36,28±0,88e	-0,99±0,06b	14,75±0,70d
	30.iç	32,71±2,58b	-1,33±0,21f	12,00±1,30c
	30.dış	25,50±1,70d	-1,17±0,55f	10,16±0,98ab
5	1.iç	37,90±0,54f	-1,07±0,06f	16,20±0,57h
	1.dış	37,77±1,12f	-,55±0,35ab	16,84±1,05g
	30.iç	37,18±1,44h	-0,71±0,21b	14,10±1,91f
	30.dış	30,38±1,68f	-0,75±0,23a	13,03±0,95b
6	1.iç	37,25±0,81c	-0,88±0,12d	13,05±0,98a
	1.dış	35,02±0,73b	-,74±0,21ab	16,23±1,24f
	30.iç	33,36±1,94c	-1,56±0,09g	16,23±1,24h
	30.dış	27,84±0,79e	-1,14±0,27e	10,36±1,44
7	1.iç	38,70±0,14h	-0,56±0,03c	13,65±0,20b
	1.dış	35,88±2,49c	-0,26±0,06a	15,07±1,25e
	30.iç	35,80±0,27f	-0,77±0,04d	15,04±0,44g
	30.dış	24,52±1,91c	-1,06±0,26d	10,95±1,66ab
8	1.iç	28,71±0,46a	-1,66±0,15h	14,68±0,58f
	1.dış	32,68±2,53a	-,38±1,32ab	14,13±1,97c
	30.iç	27,05±2,75a	-1,94±0,42h	10,08±1,35a
	30.dış	24,08±2,24b	-1,37±0,29h	10,11±0,59ab

a,b,c,d,e,f,g,h: Aynı depolama gününde örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

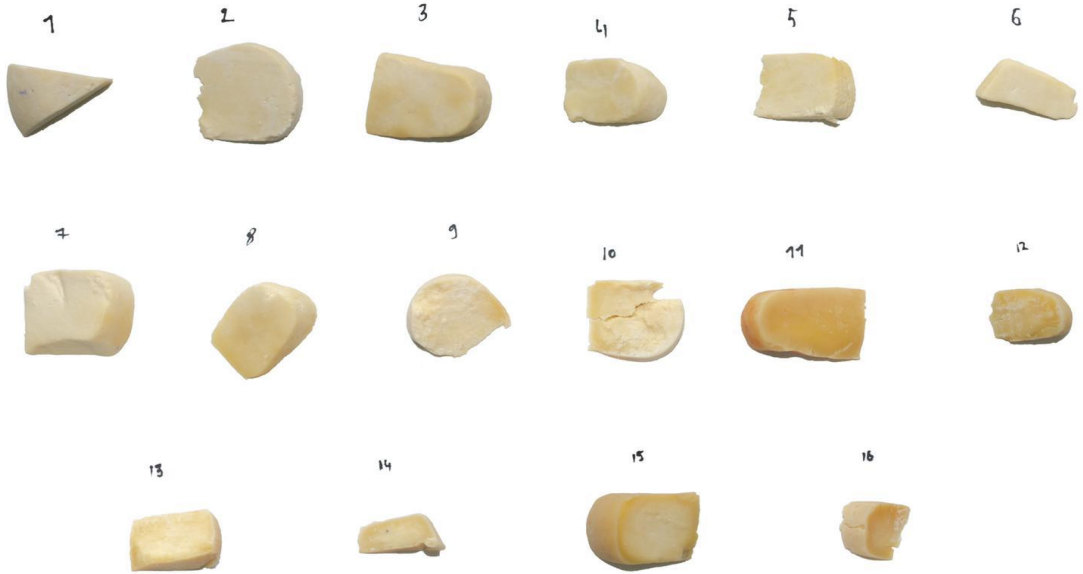
Analize alınan Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peynirleri düzgün, pürüzsüz ve saman sarısı renktedir. Peynirler oksidasyona bağlı olarak yağlı sert kabuk bağlamışlardır (Resim 1). Çerkes peyniri örneklerinde depolamanın 30. gününde duyusal analiz yapılmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre yapı ve sertlik değerleri açısından 5 numaralı örnek dışındakiler birbirine

yakın puanlar almalarına karşın, 5 numaralı örnek daha az beğenilmiştir. Örneklerin kesit yüzeyi kendine özgü yarı sert, kırılğan olup; panelistler ağza sıvanmayan, hafif sert, hafif ekşimsi, mayamsı bir kokuya sahip olduklarını belirtmiştir. Depolamanın 30. gününde kesit yüzeyinde sertlik artmıştır. Dış görünüş açısından bütün peynirler beğenilmiş ve birbirine yakın puanlar almıştır. Yine de bütün panelistler 1

numaralı örneği daha çok beğendiklerini ifade etmişlerdir ($p<0.05$) (Tablo 6).

İç görünüş açısından 1 ve 3 numaralı örnekler en yüksek puanı alırken, 8 numaralı örnek en düşük puanı almıştır. 6 ve 8 numaralı örnekler dışındakiler beğenilmiştir (Tablo 6). Koku açısından örnekler birbirine yakın puanlar almışlardır. Yine de 1 numaralı örnek panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir. Örneklerin tat puanları farklılıklar göstermiştir. Tat açısından genellikle 7 numaralı örnek daha çok beğenilirken, 3, 5 ve 6 numaralı örnekler daha az beğeni toplamışlardır. Bir panelist 3 ve 8 numaralı örnek

dışındakilerin daha fazla tuz tadına sahip olduklarını söylerken, bir diğer panelist de 5 numaralı örneğin daha tuzlu olduğunu ifade etmiştir. Diğer bir panelist de 3 ve 6 numaralı örneğin daha yavan bir tada sahip olduğunu belirtmiştir. Beş panelist genel olarak 1 numaralı örneği daha çok beğenirken, bir panelist 7 numaralı örneği, iki panelist de 5 numaralı örneği daha çok beğendiklerini ifade etmişlerdir. 7 numaralı örneği beğenenlerin ikinci tercihleri 1 numaralı örnek olurken, 5 numaralı örneği öne çıkaran panelistlerin ikinci tercihi 1 numaralı örnek olmuştur.



Resim 1. Analize alınan Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri numuneleri*

*: 1=örnek 1, 1. gün; 2=örnek 2, 1. gün; 3=örnek 3, 1. gün; 4=örnek 4, 1. gün; 5=örnek 5, 1. gün; 6=örnek 6, 1. gün; 7=örnek 7, 1. gün; 8=örnek 8, 1. gün; 9=örnek 1, 30. gün; 10=örnek 2, 30. gün; 11=örnek 3, 30. gün; 12=örnek 4, 30. gün; 13=örnek 5, 30. gün; 14=örnek 6, 30. gün; 15=örnek 7, 30. gün; 16=örnek 8, 30. gün.

Tablo 6. Pınarbaşı Uzunyayla Çerkes peyniri örneklerinin 30. gün duyusal analiz parametreleri

Örnek no	Dış görünüş	İç görünüş	Yapı-sertlik	Koku	Tat
1	4,83±0,41f	5,00±0,00f	5,00±0,00g	4,67±0,52e	4,17±1,33c
2	4,33±0,82c	4,83±0,41e	4,50±0,55d	4,50±0,84d	4,08±1,11b
3	4,50±0,55d	5,00±0,00f	4,33±0,52c	4,17±0,75b	3,75±1,08a
4	4,17±0,75b	4,50±0,55c	4,67±0,52e	4,33±0,52c	4,08±0,66b
5	4,33±0,52c	4,67±0,82d	3,50±1,05a	4,00±0,89a	3,75±0,61a
6	4,00±0,63a	3,50±0,55b	4,17±0,75b	4,17±0,98b	3,75±0,88a
7	4,67±0,82e	4,83±0,41e	4,83±0,41f	4,50±0,55d	4,67±0,52d
8	4,00±0,63a	3,17±0,75a	4,33±0,82c	4,50±0,55d	4,08±0,66b

a,b,c,d,e,f,g,h: Aynı depolama gününde örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

İlhan (2012), geleneksel olarak üretilmiş 10'ar adet tütsülenmiş ve tütsülenmemiş örnekle, endüstriyel olarak üretilmiş 25'er adet tütsülenmiş ve tütsülenmemiş örnek olmak üzere toplam 70 adet Çerkes peynirinin duyuşal değerlendirmesi sonucu, tütsülenmemiş örneklerin daha çok beğenildiğini ve tütsülenmiş geleneksel ve endüstriyel örneklerin lezzet açısından birbirine yakın olduğunu tespit etmiştir. Gül ve ark. (2019) tarafından yapılan bir araştırmada, Çerkes peyniri örneklerinin koku puanları tütsülenmemiş peynirlerde daha yüksek bulunmuş, bunu fırınlanmış ve doğal tütsülenmiş Çerkes peyniri örnekleri takip etmiştir. Ayar ve ark. (2015), tütsü aromasının geleneksel fümigasyon yöntemini uygulayarak elde edildiğini bildirmiştir. Beklendiği gibi, Çerkes peynirinin en karakteristik aroma terimleri olan "peyniraltı suyu" ve "fermente" aroması panelistler tarafından tütsülenmemiş peynirlerde tanımlanmıştır. Tütsüleme için fırın kullanımı, doğal tütsü aromasının kazandırılmasına kıyasla duyuşal özellikleri geliştirmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada incelenen, Kayseri ilinin Pınarbaşı ilçesine bağlı Uzunyayla bölgesinde bulunan 8 adet yerel işletme tarafından geleneksel yöntemlerle üretilmiş Çerkes peyniri örnekleri değerlendirildiğinde, söz konusu peynirin incelenen fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri, yapım tekniği ve olgunlaştırılması bakımından özgün, geleneksel bir peynir çeşidi olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan, Çerkes peyniri üretiminde geçerli olan herhangi bir standardın bulunmaması nedeniyle, bu araştırmada incelenen Çerkes peyniri örneklerinin gerek fizikokimyasal gerekse duyuşal özellikleri arasında önemli farklılıklar olduğu ortaya konmuştur. Bu durumun da olağan olduğu değerlendirilmektedir. Her zaman aynı bileşim ve kalite özelliklerine sahip Çerkes peyniri üretiminin gerçekleştirilebilmesi için, işletmeler tarafından hammadde seçimi ve üretim aşamalarında standardizasyona gidilmesi ve bu durumun gerek bilimsel araştırmalarla gerekse yasal mevzuatla desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akan E, Yerlikaya O, Akpınar A, Karagozlu C, Kinik O, Uysal HR (2021). The effect of various herbs and packaging material on antioxidant activity and colour parameters of whey (Lor) cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 74, 554–563.

Anonim (2006). Peynir ve işlenmiş peynir, toplam kuru madde içeriği tayini, TS 5534, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2015). Peynir - Yağ muhtevası tayini - Van Gulik yöntemi, TS ISO 3433, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2022a). <http://www.circassiansolidarity.org>

Anonim (2022b). <http://www.marmaraarastirma.ogm.gov.tr>

AOAC (2000). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists International. 17th ed. Maryland DC.

Ardo Y, Polychroniadou A (1999). *Laboratory Manual for Chemical Analysis of Cheese*. COST 95, Luxembourg.

Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Ayar A, Sıçramaz H, Sert D (2015). Effect of Different Processes on Chemical, Textural and Sensory Properties of Sakarya Circassian Cheese. *Academic Food Journal*, 13(4), 276-285.

Aydinol P (2010). Farklı Dumanlama Tekniklerinin Füme Çerkes Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 121s.

Aydinol P, Özcan T (2013). The effect of natural and liquid smokes on the benzo[a] pyrene content and quality parameters of Circassian cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 66(4), 498-504.

Barbano DM, Clark JL, Dunham CE, Fleming JR (1990). Kjeldahl Method for Determination of Total Nitrogen Content of Milk: Collaborative Study. *Journal of Association of Official Analytical Chemists* 73:849-859.

Cais-Sokolińska D, Lasik A, Pikul J. (2014). Influence of Water-Soluble Nitrogen and Free Amino Groups on Sensory Attributes of Smoked Mozzarella Cheese. *International Journal of Food Properties*, 17, 1369–1378.

Çakmakçı S, Salık MA (2021) Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. *Akademik Gıda*, 19 (3), 325-342.

Doğan M, Göksel M (2010). Fatty Acid Composition and Some Chemical Properties of Circassian Kashar Cheese. "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus 15-17 April 2010 Tekirdağ, Turkey". *Sempozyum Bildiri Kitabı*, 271s.

Gezmiş YE, Tarakçı Z (2020). Determination of the effects of spices on the ripening of traditional Circassian cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44, 14868.

Gripon JC (1975). Desmazeaud, M. J., Et. Le Baes, D. and Bergere J. H. Role des microorganismes et des enzymes du cours de la maturation. *Le lait*, 55, 502 -516.

Gul O, Aydemir O, Atalar, I, Mortas M, Dervisoglu M (2019). Oven cooking as Alternative to smoking: Evaluation of physicochemical, microbiological, textural and sensory properties of Circassian cheese during storage and determination of PAH contents. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 11(1), 149-165 164.

Guneser O, Karagul Yuçeer Y (2011). Characterisation of aroma-active compounds, chemical, and sensory properties of acid-coagulated cheese: Circassian cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 64 (4), 517–525.

İlhan E (2012). Tütsülenmiş ve tütsülenmemiş Çerkes peynirlerinin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Samsun, 103s.

Kamber U. (2008). The Traditional Cheeses of Turkey: "Marmara Region". *Food Reviews International*, 24 (1), 175-192.

- Mæhre HK, Dalheim L, Edvinsen GK, Elvevoll EO, Jensen IJ (2018). Protein determination—method matters. *Foods* 7 (5)
- Parlak Y (2016). Çerkez peynirinde ikame tuz kullanılarak sodyum miktarını azaltma olanakları. In: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Saldo J, McSweeney PH, Sendra E, Kelly AL, Guamis B (2002). Proteolysis in caprine milk cheese treated by high pressure to accelerate cheese ripening. *International Dairy Journal*, 12(1): 35–44.
- Sıçramaz H (2014). Değişik yöntemlerle üretilen çerkez peynirlerinin biyojen amin içeriklerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 73s.
- Temizkan R (2012). Kaşar peynirinin bileşim, proteoliz, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri üzerine inek, koyun ve keçi sütü kullanımının etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 85s.
- Tokgöz, M. (2019). Çerkes peynirinin bazı özellikleri üzerine süt türü, sütün yağ oranı ve depolama süresinin etkilerinin araştırılması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Türk Patent (2021). Pınarbaşı Uzunayla Çerkes Peynirinin Ci Tescil Belgesi (Tescil No:724), <https://www.ci.gov.tr/>
- Uraz, T., Gencer, N. (1999). Beyaz Peynirlerde Kalıp Büyüklüğü ve Salamura Miktarının Tuz Alımı Üzerine Etkisi, A. Ü. Zir. Fak. Süt Tekn. Böl. S:621- 628.
- Uysal H, Kavas G, Akbulut N (1998). A Study on the Circassian Cheese Production and Properties. In: Traditional Dairy Products (Ed. Demirci, M.), V. Symposium on Milk and Milk Products, 21-22 May, MPM press, pp. 96-105.
- Uysal H, Kınık Ö, Kavas G (2004). Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, no:560.
- Uysal H, Kavas G, Kesencas H and Akbulut N (2006). Some properties of traditional Circassian cheese produced in Turkey. *International Journal of Dairy Science*, 1, 9– 11.
- Üçüncüoğlu D (2009). Ortakaradeniz bölgesinde satışı sunulan çerkes peynirlerinin bazı nitelikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 53s.
- Venema DP, Herstel H, Elenbaas HL (1987). Determination of the ripening time of Edam and Gouda cheese by chemical analysis. *Netharland Milk and Dairy Journal*, (41), 215-216.
- Yıldırım, S (1970). Çerkes (Mate Koaye – Adige Koaye) peynirlerinin yapılışı ve özellikleri üzerinde incelemeler. Mezuniyet Tezi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Teknolojisi Bölümü, İzmir.

Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'de Pirimicarb Seleksiyonu ile Elde Edilen Direnç, Asetilkolinesteraz (AChE) Enzim Aktiviteleri ve Gen Bölgesinin Kısmi Dizilimi

Gizem BERBER¹ , Sibel YORULMAZ^{*2} 

¹ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bilecik, Türkiye

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye

Öz: Tarım alanlarında zararlı tetranychid türlerin mücadelesinde öncelikli olarak kimyasal mücadele kullanılmaktadır. Bu zararlılar ile etkin bir şekilde beslenen avcı akar popülasyonlarında pestisitlerden etkilenmektedir. Bu çalışmada, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) üzerinde laboratuvar koşullarında pirimicarb seleksiyon baskısı sonucu direnç, asetilkolinesteraz (AChE) enzimi ve mutasyonları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, yaprak disk metoduyla ilaçlama kulesi kullanılarak yapılmıştır. Yedi seleksiyon sonucunda avcı akarda belirlenen pirimicarb direnci 45.5 kata kadar artmıştır. IBP ve TPP sinerjistlerinin pirimicarb üzerinde herhangi bir etkisi belirlenememiştir. Başlangıç ve pirimicarb dirençli *P. persimilis* popülasyonlarında bakılan hedef bölge mutasyonları (F331W ve G119S) belirlenememiştir, ancak ileriki çalışmalarda farklı hedef bölge mutasyonlarının da incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Çalışma, *P. persimilis*'de pirimicarb direnci ve AChE nokta mutasyonları üzerinde yapılan ilk araştırma olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: *Phytoseiulus persimilis*, pirimicarb, AchE, mutasyon

Resistance Obtained by Pirimicarb Selection, Acetylcholinesterase (AChE) Enzyme Activities and Partial Sequence of the Gene Region in *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)

Abstract: Chemical control is primarily used in the management of tetranychid species agricultural areas. Predatory mite populations that feed on these pests are also affected by the pesticides. In this study, it was aimed to determine the relationships between resistance, acetylcholinesterase (AChE) enzyme and mutations as a result of pirimicarb selection pressure on *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. The study was carried out using the spray tower with the leaf disc method. As a result of seven selections, pirimicarb resistance increased up to 45.5-fold. No effect of IBP and TPP synergists on pirimicarb weredetermined. The target site mutations (F331W and G119S) examined in the initial and pirimicarb resistant *P. persimilis* populations were also not determined, but it is thought that it would be useful to examine different target site mutations in future studies. The study, is the first to investigate pirimicarb resistance and AChE point mutations in *P. persimilis*.

Keywords: *Phytoseiulus persimilis*, pirimicarb, AchE, mutation

GİRİŞ

Phytoseiidae familyası içerisinde yer alan avcı akarlar, tarım alanlarında birçok zararlının biyolojik mücadelesinde etkin olarak kullanılmaktadır. *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae), bu familya içerisinde en çok dikkat çeken ve üzerinde araştırma yapılan tür olmuştur (Migeon ve ark., 2019). *P. persimilis* hızlı hareket etme yeteneğine sahip, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'ye özelleşmiş, dünyada etkin bir şekilde kullanılan avcı akardır (van Lenteren ve ark., 2018). *P. persimilis* bu zararlının mücadelesinde ilk olarak 1968 yılında kullanılmış (Van Lenteren 1968), o tarihten itibaren günümüze kadar da özellikle örtüaltı üretimde *T. urticae* mücadelesinde kullanımı giderek artmaktadır. Ancak biyolojik mücadelede bu avcı akarın başarısını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle üretim alanları içerisinde kullanılan geniş insektisitler avcı akarları olumsuz etkilemekte ve biyolojik mücadele başarısını düşürmektedir. Entegre Zararlı Yönetim (IPM) programı, zararlıların kontrolünde daha az ve spesifik kimyasal kullanımını hedefleyen, doğal düşmanların korunduğu, çevreyle dost ve

ekonomik bir mücadele sistemidir (Cock ve ark., 2010). IPM programları içerisinde kullanılan spesifik insektisitlerin yararlı türler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, programın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi açısından önem taşımaktadır (Desneux ve ark., 2007). Çünkü insektisitler ve akarisitler, phytoseiid akarlar üzerinde yan etkilere sebep olabileceği gibi seleksiyon baskısı sonucunda direnç gelişimine de neden olabilmektedirler (Bostanian & Akalach, 2006; Cong ve ark., 2016; Ditillo ve ark., 2016; Duso ve ark., 2008; Wu & Hoy, 2016). Pestisit direnci, kimyasal mücadeleyi etkisiz kılması nedeniyle genellikle olumsuz bir özellik gibi görülmesine karşın, doğal düşmanlarda daha uzun süre hayatta kalmayı desteklediği için olumlu bir özellik olarak öne çıkmaktadır (Ghazy ve ark., 2016). IPM programları içerisinde kimyasallara karşı doğrudan ya da dolaylı olarak

***Sorumlu Yazar:** sibelyorulmaz@isparta.edu.tr

Bu araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nce desteklenmiştir (Proje No: 2020-BTAP2-0081).

Geliş Tarihi: 17 Ekim 2022

Kabul Tarihi: 7 Nisan 2023

direnç geliştirmiş avcı akarların mücadelede daha aktif bir şekilde kullanılabilmesi düşünülmektedir (Albayrak ve ark., 2022).

Tarım zararlıları ile mücadelede, asetilkolinesteraz (AChE) inhibitörü olarak görev yapan organik fosforlu (OP) ve pirimicarbın da üyesi olduğu karbamatlı insektisitler *T. urticae*'nin mücadelesinde ilk kullanılan pestisit grupları arasında yer almaktadır (Adesanya ve ark., 2021). Farklı kimyasal yapılara sahip olmalarına rağmen, OP ve karbamatlı insektisitlerin her ikisi de AChE'yi inhibe etmektedir. Böceklerde sinirsel uyarıların sürekliliğini sağlayan asetilkolin maddesinin hidrolize olabilmesi için AChE enzimi gerekmektedir (Kwon ve ark., 2010). Akarisit etkisi bulunmayan pirimicarb özellikle sokucu-emici ağız yapısına sahip zararlıların mücadelesinde kullanıldığı için, aynı alan içerisinde bulunan akarların da bu etken maddeden etkilenmeleri söz konusudur. Bu bağlamda *T. urticae*'nin AChE enzim inhibitörü olan bu grup insektisitlere karşı direnç geliştirdiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Smisaaert, 1964; Leeuwen ve ark., 2009; Grbić ve ark., 2011). Bu nedenle, aynı üretim alanları içerisinde zararlının mücadelesinde kullanılan phytoseiid akarlar üzerinde de bu grup insektisitlerin benzer etkilere yol açabileceği düşünülmüş ve araştırmaya değer görülmüştür.

Insektisit direnç gelişiminde rol oynayan en önemli mekanizmalardan birisi de pestisit etki yeri mutasyonlarıdır. Mutasyonlar, kimyasalın hedef etki yerinde yapısal değişikliklere sebep olmakta ve insektisit toksik etkisini düşürmektedir (Van Leeuwen ve Dermauw, 2016). Bu mekanizmaya örnek olarak, sadece tek bir direnç mutasyonunun 15.000-kat insektisit direncine neden olduğu durumlar ortaya koyulmuştur (Douris ve ark., 2016).

T. urticae'de OP ve karbamatlı grup insektisitlerin etkisiyle AChE bölgesinde meydana gelen mutasyonların belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır (Anazawa ve ark., 2003; Ilias ve ark., 2014; Khajehali ve ark., 2010; Lee ve ark., 2015; Xu ve ark., 2018). Zararlılarda AChE bölgesinde hedef bölge mutasyonu ya da ace gen duplikasyonlarına bağlı olarak direnç gelişebilmektedir (Lee ve ark., 2015). AChE enzim artışına bağlı olarak tetranychid ve phytoseiid akarlarda insektisit direnç gelişimi uzun yıllardan beri bilinmektedir (Anber ve Overmeer, 1988; Smisaaert 1964). AChE bölgesinde meydana gelen mutasyonlar sonucunda gelişen direnç tespiti tetranychid akarlarda daha eskilere dayanmakla birlikte, phytoseiid akarlarda yeni ve sınırlıdır. Bir phytoseiid türü olan *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae)'da OP direnci ve AChE bölgesinde oluşan G119S mutasyonu arasındaki ilişki son yıllarda belirlenmiştir (Cassanelli ve ark., 2015). Bu nedenle phytoseiid akarlarda insektisit direnç gelişimine neden olan moleküler mekanizmaların belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, IPM programları içerisinde *T. urticae* mücadelesinde kullanılan *P. persimilis*'de seleksiyon sonucu pirimicarb direnç gelişimi ve AChE enzim aktivitesi araştırılmıştır. Ayrıca pirimicarb dirençli avcı akarda AChE bölgesindeki mutasyonlar PCR yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Insektisit

Çalışmada, IRAC etki mekanizması sınıflandırmasına göre 1B grubunda yer alan pirimicarb etken maddeli formülasyon (PANZHER®, 50 g/ 100 L su WP) kullanılmıştır.

Phytoseiulus persimilis Orijini ve Üretimi

Pirimicarb ile seleksiyon çalışmalarında başlangıç popülasyonu olarak kullanılan *P. persimilis*, fasulye ve biber üretim alanlarından (Hatay/Türkiye) toplanmıştır (Şekeroğlu ve Kazak, 1993). Avcı akar böcek yetiştirme kabinlerinde herhangi bir pestisite maruz kalmadan yetiştirilmiştir. *P. persimilis* ve besin olarak kullanılan *T. urticae* popülasyonlarının üretimi 26±2°C sıcaklık, %60±5 orantılı nem ve 16 saat aydınlatma koşulları sağlanan iklim odalarında ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto) bitkisi üzerinde yapılmıştır.

Seleksiyon Çalışmaları

Phytoseiulus persimilis'in başlangıç popülasyonunda pirimicarb direnç gelişiminin sağlanabilmesi amacıyla seleksiyon çalışmaları yapılmıştır. Seleksiyon çalışmaları öncesinde avcı akarda pirimicarb etken maddesi için LC değerleri belirlenmiştir. Pirimicarb etken maddesinin akarisit etkisi bulunmamasından dolayı uygulama dozu belirlenirken ilk dozda %90'dan az kontrol grubunda ise %10'dan fazla ölüm olmayan doz kullanılmıştır. LC denemeleri 1 kontrol+6 veya 7 doz, her doz için 3 tekrerrür olacak şekilde kurulmuştur. Her pirimicarb dozu için bir önceki doz %50 oranında saf su ile seyreltilmiştir. Kontrol grubuna sadece saf su uygulaması yapılmıştır. Yaprak diskler (3 cm) tabanında su agarı bulunan 9 cm'lik Petri kapları içerisine yerleştirilmiştir. Her tekrerrür için Petri içerisine 25 adet avcı akar ergini eklenmiştir. Bekleme süresi boyunca *P. persimilis*'in beslenebilmesi amacıyla Petri içerisine *T. urticae* bireyleri eklenmiştir. Petri hazırlanan pirimicarb dozları ile ilaçlama kulesi (Burkard, Rickmansworth, Hertfordshire, United Kingdom) yardımıyla yaprak yüzeyine 1 bar basınçta tüm yaprak yüzeyine 2 mL ilaç gelecek şekilde ilaçlanmıştır. Seleksiyon denemelerinde ilaçlama kulesi kullanılarak yaprak yüzeyine 1.6-1.8mg/cm² pirimicarb uygulanmıştır. Uygulama yapılan yapraklar yukarıda koşulları verilen iklim odalarına alınmıştır. 24 saat sonra belirlenen ölüm oranları dikkate alınarak, LC50 değerleri, %95 güven aralıkları ve

eğimler, probit analizi ile hesaplanmıştır (POLO; LeOra Software, Berkeley, CA).

Probit sonuçları doğrultusunda elde edilen LC60 verileri seleksiyon dozları olarak kullanılmıştır. Seleksiyon denemelerinde yukarıda anlatılan metot kullanılmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra canlı kalan bireyler üzerinde av *T. urticae* bireyleri bulunan temiz bir bitki üzerine aktarılmıştır. LC60 dozu her seleksiyon popülasyonu için yeniden belirlenerek popülasyonlar seleksiyon baskısına maruz bırakılarak direnç çalışmaları yapılmıştır. Selekte edilmiş popülasyonlarda pirimicarb direnç oranları, her seleksiyon sonrası belirlenen LC50 değerlerinin başlangıç popülasyonunun LC50 değerine oranlanması ile belirlenmiştir.

Pirimicarb+ Sinerjist Uygulamaları

Pirimicarb+sinerjist çalışmalarında Van Pottelberge ve ark., (2009) tarafından önerilen metot uyarılarak kullanılmıştır. Sinerjist çalışmaları için, S-Benzyl-O, O-diisopropylphosphorothioate (IBP) (100µl/1) ve triphenylphosphate (TPP) (62.5 mg/l) sinerjistleri ve dozları kullanılmıştır (Kim ve ark., 2004). Sinerjistler N,N-dimethylformamide ve emulgator içerisinde (3:1,wt:wt) çözdürülmüştür. Sinerjist+pirimicarb bioassay çalışmaları için daha önce seleksiyon çalışmalarında kullanılan metot kullanılmıştır. Yalnızca hazırlanan sinerjist dozları avcı akarlar ilaçlama kulesi yardımıyla yaprak yüzeyine 1 bar basınçta tüm yaprak yüzeyine 2 mL ilaç gelecek şekilde püskürtülmüştür. Kontrol grubuna yalnızca sinerjist uygulaması yapılmıştır. Sinerjist uygulamasından 2 saat sonra avcı akarlar hazırlanan pirimicarb konsantrasyonları ile ilaçlanmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra ölü-canlı sayımları yapılmış ve elde edilen ölüm oranlarından yararlanılarak lethal konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. Sinerjistik etki oranı yalnızca pirimicarb uygulanan denemede belirlenen LC50 değerinin, sinerjist+pirimicarb uygulanan deneme de belirlenen LC50 değerine oranlanması ile belirlenmiştir.

Asetilkolinesteraz Enzim Aktivitesi

Asetilkolinesteraz enzim aktivitesi Stumpf ve ark., (2001) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 50 ergin avcı akar dişisi 500 µl 0.1 M, pH 7.5 olan fosfat buffer içinde ezilmiştir. Mikroplaka hücrelerine 100 µl acetylcholine iodide (ATChI),

100 µl 5.5-dithiobis (2-nitrobenzoic acid) (DTNB) ve 100 µl supernatant eklenmiştir. 300 µl'lik final konsantrasyonunda ATChI ve DTNB 0.5 mM hacimde bulunmaktadır. Absorvanstaki değişim Versamax kinetic microplate reader'da (Molecular Devices) 412 nm 23 oC'de 20 dk ölçülmüştür.

Asetilkolinesteraz enzim aktivitesi belirlenmesinde enzim okumaları dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Avcı akar popülasyonlarının toplam protein miktarları Bradford (1976) tarafından önerilen yöntem ile belirlenmiştir. Örneklerin asetilkolinesteraz enzim aktivitesi sonuçları mOD min1 mg-1 olarak verilmiştir. Popülasyonların enzim aktiviteleri arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

DNA İzolasyonu ve Asetilkolinesteraz Mutasyonlarının Belirlenmesi

DNA izolasyonu için QIAGEN DNeasy Blood ve TissueKits kullanılmıştır. 50 adet ergin dişi phytoseiid akar 1.5ml'lik tüpe aktarılmıştır. Ardından üzerine 180 µl Buffer ATL ve 20 µl Proteinaz K eklenip önceden steril edilmiş plastik eziciler yardımıyla ezilmiştir. Daha sonra, tüp içerisine 200 µl Buffer AL ve 200 µl %96-100'lük ethanol eklenmiştir. Elde edilen tüm sıvı 8000 rpm'de 1 dakika süresince santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası filtreden alta geçen sıvı atılmıştır. Sonrasında, örnekler sırasıyla 500µl Buffer AW1 (yıkama sonrası 8000 rpm'de 1 dakika santrifüj) ve 500µl Buffer AW2 (yıkama sonrası 13000 rpm'de 3 dakika santrifüj) sıvıları ile yıkanmıştır. Yıkama sonrasında DNeasy Mini spin column filtresi, 2ml'lik steril tüplere yerleştirilip, 100-200µl elüsyon sıvısı ile yıkanıp, 8000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilerek DNA elde edilmiştir. PCR çalışmaları için kullanmak üzere elde edilen DNA'ların kalitesi spektrofotometre aracılığıyla belirlenmiştir. Elde edilen DNA'lar uygun genlerin çoğaltılması amacıyla PCR işleminde kullanılmıştır. Çalışmada AChE bölgesindeki mutasyonların belirlenmesi amacıyla kullanılan primerler Tablo 1'de verilmiştir.

Kullanılmış olan PCR (BioRad T100) koşulları; 94°C' de 2 dk/ 5 döngü- 94°C' de 30s, 50°C' de 30s, 72°C' de 60s/ 5 döngü- 94°C' de 30s, 50°C' de 30s (her döngüde +1°C), 72°C' de 60s/ 20 döngü- 94°C' de 30s, 55°C' de 30s, 72°C' de 60s/ ve 72°C' de 10 dk. şeklinde olmuştur (Cassanelli vd., 2015).

Tablo 1. AchE bölgesinde taranan mutasyonlar ve kullanılan primerler (Cassanelli ve ark., 2015)

Primer	5'-3' dizilimi	Hedef Gen	Mutasyon
KaAChEF11	AATGCGATTTCGACATCCTGTGCC	Asetilkolinesteraz	G119S
KaAChER11	AAAGTCCGTTGTTCCGGTTGCC		
KaAChEF12	AAACTCGCGGAGGAAGTCAAGTGT	Asetilkolinesteraz	F331W
KaAChER12	CCAACAATCTTGTGACGGCATCT		

BULGULAR ve TARTIŞMA

Pirimicarb Seleksiyon Sonuçları

Phytoseiulus persimilis'in başlangıç popülasyonunda pirimicarb ile yedi kez seleksiyon sonucunda 45,5 kat direnç

elde edilmiştir (Tablo 2). Başlangıç popülasyonunda LC50 değeri 10.0mg a.i. L-1 iken yedinci seleksiyon sonucunda 455,0 mg a.i. L-1 değerine yükselmiştir. Son seleksiyon popülasyonu P7 olarak adlandırılmıştır.

Tablo 2. Laboratuvar koşullarında pirimicarb ile yedi kez selekte edilen bir *Phytoseiulus persimilis* popülasyonunda her seleksiyon sonrasında belirlenen LC50,60, değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ (mg e.m. L ⁻¹) (95% GA)	LC ₆₀ (mg e.m. L ⁻¹) (95% GA)	df	x ²	R**
Başlangıç	480	0,842±0,110	10,0 5,0-15,0	20,0 15,0-35,0	6	2,2	-
P1	602	1,552±0,133	55,0 35,8-70,5	85,0 55,8-100,2	5	3,5	5,5
P2	603	1,885±0,171	80,6 47,5-98,3	110,6 80,7-130,8	5	1,5	8,6
P3	589	2,151±0,202	130,0 100,2-150,4	170,5 155,6-190,5	6	1,8	13,0
P4	596	1,899±0,177	135,4 112,8-160,7	185,0 168,2-201,3	5	1,8	13,5
P5	605	2,520±0,226	215,9 198,3-230,5	270,0 243,5-295,6	6	2,7	21,5
P6	602	2,029±0,178	255,8 212,6-285,5	325,6 298,6-345,0	6	2,4	25,5
P7	576	2,121±0,168	455,0 386,5-475,2	521,0 425,0-580,4	6	1,5	45,5

*: Toplam birey sayısı

** : Direnç oran

T. urticae mücadelesinde AChE inhibitörü ol duğu bilinen OP ve karbamatlı insektisitler uzun süredir kullanılmaktadır. Bu nedenle dünyada bu iki grup insektisit içerisinde yer alan 30'dan fazla etken maddeye karşı *T. urticae*'de direnç rapor edilmiştir (Van Leeuwen ve ark., 2010). Yapılan araştırmalar aynı alan içerisinde bulunan phytoseiid akarların da uygulanan bu grup insektisitlere karşı direnç geliştirdiğini göstermektedir (Anber ve Oppenoorth, 1989; Anber ve Overmeer, 1988; Bonafos ve ark., 2008; Cross ve Berrie, 1994; Fitzgerald ve ark., 1999). Çalışmada ise laboratuvar koşullarında pirimicarb ile 7 kez seleksiyon sonucu elde edilen *P. persimilis* popülasyonunda direnç oranı 45.5kata kadar artmıştır. Chlorpyrifosun avcı akarlar üzerindeki direnç ve etkilerinin, bu türlerin türlere ve pestisitlere maruz kalma geçmişine bağlı olarak büyük ölçüde değişebileceği bildirilmiştir (Barbar ve ark., 2007; Pogoda ve ark., 2001). Chlorpyrifos ile benzer etki mekanizmasına sahip pirimicarb için de sonucun aynı olduğu düşünülmektedir. *P. persimilis*'in başlangıç popülasyonunun uzun süre pestisitlere maruz kalmaması sebebiyle pirimicarb direncinin orta seviyede kaldığı; ancak tarla koşullarında daha fazla seleksiyon sonucunda direncin daha yüksek seviyelere ulaşabileceği düşünülmektedir.

Pirimicarb+Sinerjist Sonuçları

Pirimicarb ile 7 kez selekte edilmiş P7 popülasyonunda pirimicarb+IBP uygulaması sonucunda 1,03 kat, pirimicarb+TPP uygulaması sonucunda ise 1,13 kat sinerjistik etki oranı belirlenmiştir (Tablo 3). Başlangıç popülasyonunda ise pirimicarb+IBP uygulaması sonucunda 1,10 kat, pirimicarb+TPP uygulaması sonucunda ise 1,08 kat sinerjistik etki oranı bulunmuştur. Her iki popülasyon için de sinerjist uygulaması sonucunda belirlenen LC50 değerleri ile sadece pirimicarb uygulaması sonucunda belirlenen LC50 değerleri arasında güven aralıklarına göre önemli bir fark belirlenmemiştir.

Sinerjist çalışmaları, zararlılarda metabolik insektisit direncini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar arasında bulunmaktadır. Yapılan çalışmada, IBP ve TPP sinerjistlerinin pirimicarb üzerinde herhangi bir etkisi belirlenmemiştir. Ay ve Yorulmaz (2010) yaptıkları çalışmada chlorpyrifos'un *T. urticae*'ye karşı chlorpyrifos etkinliğinin IBP ve TPP sinerjistleri ile ilişkisi olmadığını belirlemiştir. Chlorpyrifos ile benzer etki mekanizmasına sahip olan pirimicarb için de benzer bir sonuç elde edilmiştir.

Asetilkolinesteraz Enzim Aktivitesi Sonuçları

Yapılan çalışma sonucunda, *P. persimilis*'in başlangıç popülasyonu ile pirimicarb dirençli popülasyonunda belirlenen AChE enzim aktiviteleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır (Tablo 4).

AChE enzim aktivite sonuçları dikkate alındığında *P. persimilis*'de pirimicarb direnç gelişimi üzerinde farklı enzim mekanizmaların etkisinin olabileceği sonucunu düşündürmektedir.

Tablo 3. *Phytoseiulus persimilis* popülasyonlarında pirimicarb ve pirimicarb + sinerjistlerin sinerjistik etki oranları

Uygulama	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ (mg e.m. L ⁻¹) (95% GA)	df	x ²	SR**
P7 popülasyonu						
Pirimicarb (Sinerjistsiz)	600	2,121±0,168	455,0 386,5-475,2	6	1,5	-
Pirimicarb +IBP	603	1,336±0,207	440,0 396,0-466,5	6	1,9	1,03
Pirimicarb +TPP	529	1,435±0,128	400,0 352,6-420,5	5	2,5	1,13
Başlangıç popülasyonu						
Pirimicarb (Sinerjistsiz)	480	0,842±0,110	10,0 5,0-15,0	6	2,2	-
Pirimicarb + IBP	595	1,785±0,138	9,0 6,8-13,5	5	2,8	1,10
Pirimicarb + TPP	585	1,112±0,338	9,2 7,5-13,3	6	2,4	1,08

*: Birey Sayısı

** : Sinerjistik etki oranı

Tablo 4. *Phytoseiulus persimilis* popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein
P7	4	0,0618 (±0,002) a
Başlangıç	4	0,0540 (±0,001) a

*Tekerrür sayısı

Asetilkolinesteraz Mutasyon Sonuçları

AChE enziminin kinetik olarak belirlenmesinden sonra hedef bölge içerisindeki oluşabilecek mutasyonları belirlemek amacıyla moleküler çalışmalar yapılmıştır. *Phytoseiulus persimilis*'de başlangıç ve pirimicarb dirençli popülasyonlarda yapılan genomik DNA izolasyonları ve istenen bölgenin PCR ile çoğaltılmasından sonra olası mutasyonların taranması için sekans analizi yapılmış ve hedef yeri aminoasitleri karşılaştırılmıştır (Şekil 1,2).

Önceki çalışmalarda direnç ile ilişkilendirilen aminoasit yerlerinde (119, 280, 328, 331; *Torpedo californica* numaralandırmasına göre) herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir. Bu bağlamda, pirimicarb seleksiyonu sonrası elde edilen P7 popülasyonunda herhangi bir aminoasit değişikliği belirlenmemiştir (Şekil 1-2). Pirimicarb dirençli *T. urticae* popülasyonunda F aminoasidinin T aminoasidine

dönüştüğü görülmektedir. Ancak *P. persimilis*'de başlangıç ve P7 popülasyonlarında herhangi bir aminoasit değişikliği görülmemektedir. Bu nedenle artan direncin hedef yeri mutasyonları dışındaki mekanizmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

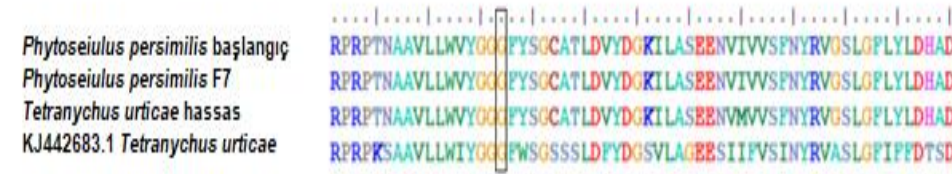
F331W mutasyonunun birçok akar ve böcek türünde organik fosforlu insektisitlere karşı dirence yol açtığı bilinmektedir (Anazawa ve ark., 2003; Khajehali ve ark., 2010; D. H. Kwon ve ark., 2010). Ayrıca F331W mutasyonun organik fosforluların bağlanma yeri açısından çok önemli bir yerde olduğu ve bu mutasyonun yüksek insektisit direnci oluşumunda etkili olduğu bilinmektedir (Oh ve ark., 2006). Ayrıca son yıllarda avcı akar *K. aberrans* türünde organik fosforlu insektisit direncinde, hedef bölge mutasyonu olarak G119S mutasyonu tespit edilmiştir (Cassanelli ve ark., 2015). Bu nedenle bu çalışmada başlangıç ve pirimicarb dirençli *P.*

persimilis popülasyonlarında F331W ve G119S mutasyonları araştırılmıştır. Ancak *P. persimilis*'de her iki mutasyonda belirlenememiştir. Khajehali ve ark., (2010), *T. urticae*'de organik fosforlu insektisitlere karşı görülen direncin AChE nokta mutasyonlarını araştırdıkları çalışmada F331W mutasyonunun yanı sıra, T280A, G328A, A201S mutasyonlarının da etkili olduklarını belirlemiştir. Organik fosforlu insektisit direnci üzerinde farklı mutasyonların etkilerinin de bulunması sebebiyle, *P. persimilis*'de pirimicarb direnci üzerinde de diğer mutasyonların etkili

olabilecekleri düşünülmektedir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda bu hedef bölge mutasyonlarının da incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Hedef bölgeyle ilgili zararlılar üzerinde yapılmış birçok çalışma olmasına rağmen avcı akarlarda bu alanda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır (Cassanelli ve ark., 2015; Cong ve ark., 2016). Bu nedenle, bu çalışma *P. persimilis*'de pirimicarb direnci ve AChE nokta mutasyonları üzerinde yapılan ilk araştırma olması nedeniyle önem taşımaktadır



Şekil 1. *Phytoseiulus persimilis* asetilkolinesteraz geninin kısmi dizilimi (Kare içerisinde gösterilen aminoasitler (280, 328, 331) önceki çalışmalarda *Tetranychus urticae*'de direnç ile ilişkilendirilmiştir (Khajehali ve ark., 2010)



Şekil 2. *Phytoseiulus persimilis* asetilkolinesteraz geninin kısmi dizilimi (Kare içerisinde gösterilen aminoasit (119) önceki çalışmalarda *Tetranychus urticae*'nin hassas ve dirençli popülasyonları ile ilişkilendirilmiştir (Khajehali ve ark., 2010)

SONUÇ

Fitofag akarların kimyasal mücadelesinde en önemli problemlerden birisi de akarların uygulanan pestisitlere karşı hızla direnç geliştirmesidir. Bu zararlıları baskı altına alabilmek için IPM programlarının uygulanması ve bu programlarda avcı akarların kullanımı önem taşımaktadır (Ahmad ve ark., 2013). Ancak IPM programları içerisinde yapılan pestisit uygulamaları tarımsal ekosistemler içerisinde bulunan ya da salımı yapılan avcı akarların başarısını etkilemektedir (Pozzebon ve ark., 2014). Bu nedenle, bazı pestisitlere karşı direnç geliştirmiş avcı akarların kullanımı zararlıların aşırı çoğalmasını önleyerek ekonomik kaybı azaltabilir (Benavent-Albarracín ve ark., 2020). Bu teori ile ilişkili olarak çalışmada, *P. persimilis*'de pirimicarb direncinin biyokimyasal ve moleküler mekanizmaları belirlenmesi amaçlanmıştır.

Pirimicarb ve asetilkolinesteraz etkili diğer insektisitler doğada uzun yıllar kullanılmış ve günümüzde de kullanılmaya devam edilmektedir. Kırmızı örümcekler ve tarımsal üretimde zarar yapan diğer tüm böcekler ile mücadelede biyolojik mücadelenin tek başına yetersiz kalması kimyasal mücadeleyi kaçınılmaz kılmaktadır. İnsektisit kullanımının artması sonucunda doğada insektisitlerin hedef aldığı fitofag zararlıların yanında faydalı böcek ve akarlarda bu insektisitlerin etkisine maruz kalmakta ve popülasyon yoğunlukları azalmaktadır. Doğal dengede varlıklarını sürdürebilmeleri için direnç geliştirmek zorunda kalan faydalı böcek ve akarların laboratuvar koşullarında direnç kazandırıldıktan sonra salımları yapıldığı taktirde entegre mücadele kapsamında uygulanan pestisitlerden daha az etkilenip arazide varlıklarını daha uzun süre devam ettirebilecekleri düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmayı 2020-BTAP2-0081 proje ile maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz. Ayrıca moleküler çalışmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Emre İNAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Adesanya AW, Lavine MD, Moural TW, Lavine LC, Zhu F, Walsh DB (2021) Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems. *Journal of Pest Science*, 94(3): 639-663.
- Ahmad S, Pozzebon A, Duso C (2013) Augmentative releases of the predatory mite *Kampimodromus aberrans* in organic and conventional apple orchards. *Crop Protection*, 52: 47-56.
- Albayrak T, Yorulmaz S, İnak E, Toprak U, Van Leeuwen T (2022) Pirimicarb resistance and associated mechanisms in field-collected and selected populations of *Neoseiulus californicus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 180, 104984.
- Anazawa Y, Tomita T, Aiki Y, Kozaki T, Kono Y (2003) Sequence of a cDNA encoding acetylcholinesterase from susceptible and resistant two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 33(5): 509-514.
- Anber H, Oppenoorth F (1989) A mutant esterase degrading organophosphates in a resistant strain of the predacious mite *Amblyseius potentillae* (Garman). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 33(3): 283-297.
- Anber H, Overmeer W. (1988) Resistance to organophosphates and carbamates in the predacious mite *Amblyseius potentillae* (Garman) due to insensitive acetylcholinesterase. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 31(1): 91-98.
- Ay R, Yorulmaz S (2010) Inheritance and detoxification enzyme levels in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) strain selected with chlorpyrifos. *Journal of Pest Science*, 83(2): 85-93.
- Barbar Z, Tixier MS, Kreiter S (2007) Assessment of pesticide susceptibility for *Typhlodromus exilaratus* and *Typhlodromus phialatus* strains (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in the south of France. *Experimental and Applied Acarology*, 42(2): 95-105.
- Benavent-Albarracín L, Alonso M, Catalán J, Urbaneja A, Davies TGE, Williamson MS, González-Cabrera J (2020) Mutations in the voltage-gated sodium channel gene associated with deltamethrin resistance in commercially sourced *Phytoseiulus persimilis*. *Insect molecular biology*, 29(4): 373-380.
- Bonafos R, Vignes V, Serrano E, Auger P (2008) Resistance monitoring to deltamethrin and chlorpyrifos-ethyl in 13 populations of *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in the southwest of France. *Crop Protection*, 27(3-5): 855-858.
- Bostanian NJ, Akalach M (2006) The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymphs of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 62(4): 334-339.
- Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- Cassanelli S, Ahmad S, Duso C, Tirello P, Pozzebon A (2015) A single nucleotide polymorphism in the acetylcholinesterase gene of the predatory mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) is associated with chlorpyrifos resistance. *Biological Control*, 90: 75-82.
- Cock MJ, van Lenteren JC, Brodeur J, Barratt BI, Bigler F, Bolckmans K, Cònsoli FL, Haas F, Mason PG, Parra JRP (2010) Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *BioControl*, 55(2): 199-218.
- Cong L, Chen F, Yu S, Ding L, Yang J, Luo R, Tian H, Li H, Liu H, Ran C (2016) Transcriptome and difference analysis of fenpropathrin resistant predatory mite, *Neoseiulus barkeri* (Hughes). *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6): 704.
- Cross J, Berrie A (1994) Effects of repeated foliar sprays of insecticides or fungicides on organophosphate-resistant strains of the orchard predatory mite *Typhlodromus pyri* on apple. *Crop Protection*, 13(1): 39-44.
- Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual review of entomology*, 52(1): 81-106.
- Ditillo J, Kennedy G, Walgenbach J (2016) Effects of insecticides and fungicides commonly used in tomato production on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of economic entomology*, 2016: 234.
- Douris V, Steinbach D, Panteleri R, Livadaras I, Pickett JA, Van Leeuwen T, Nauen R, Vontas J (2016) Resistance mutation conserved between insects and mites unravels the benzoylurea insecticide mode of action on chitin biosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(51): 14692-14697.
- Duso C, Malagnini V, Pozzebon A, Castagnoli M, Liguori M, Simoni S (2008) Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biological Control*, 47(1): 16-21.

- Fitzgerald J, Solomon M, Polesny F (1999) The predatory mite *Typhlodromus pyri*; biological characteristics and resistance to insecticides in different mite strains. IOBC WPRS BULLETIN, 22(7): 161-168.
- Ghazy NA, Osakabe M, Negm MW, Schausberger P, GotoHT, Amano H (2016) Phytoseiid mites under environmental stress. *Biological Control*, 96: 120-134.
- Grbić M, Van Leeuwen T, Clark RM, Rombauts S, Rouzé P, Grbić V, Osborne EJ, Dermauw W, Thi Ngoc PC, Ortego F (2011) The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374): 487-492.
- Ilias A, Vontas J, Tsagkarakou A (2014) Global distribution and origin of target site insecticide resistance mutations in *Tetranychus urticae*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 48: 17-28.
- Khajehali J, Van Leeuwen T, Grispou M, Morou E, Alout H, Weill M, Tirry L, Vontas J, Tsagkarakou A (2010) Acetylcholinesterase point mutations in European strains of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) resistant to organophosphates. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 66(2): 220-228.
- Kim YJ, Lee SH, Lee SW, Ahn YJ (2004) Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanisms. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 60(10): 1001-1006.
- Kwon D, Clark J, Lee S (2010) Extensive gene duplication of acetylcholinesterase associated with organophosphate resistance in the two-spotted spider mite. *Insect molecular biology*, 19(2): 195-204.
- Kwon DH, Im JS, Ahn JJ, Lee JH, Clark JM, Lee SH (2010) Acetylcholinesterase point mutations putatively associated with monocrotophos resistance in the two-spotted spider mite. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96(1): 36-42.
- Lee SH, Kim YH, Kwon DH, Cha DJ, Kim JH (2015) Mutation and duplication of arthropod acetylcholinesterase: implications for pesticide resistance and tolerance. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 120: 118-124.
- Migeon A, Tixier MS, Navajas M, Litskas VD, Stavrinides MC (2019) A predator-prey system: *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): worldwide occurrence datasets. *Acarologia*, 59(3): 301-307.
- Oh SH, Kozaki T, Mizuno H, Tomita T, Kono Y (2006) Expression of Ace-paralogous acetylcholinesterase of *Culex tritaeniorhynchus* with an amino acid substitution conferring insecticide insensitivity in baculovirus-insect cell system. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 85(1): 46-51.
- Pogoda M, Pree D, Marshall D (2001) Effects of encapsulation on the toxicity of insecticides to the Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) and the predator *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *The Canadian Entomologist*, 133(6): 819-826.
- Pozzebon A, Ahmad S, Tirello P, Lorenzon M, Duso C (2014) Does pollen availability mitigate the impact of pesticides on generalist predatory mites? *BioControl*, 59(5): 585-596.
- Smitsaert H (1964) Cholinesterase inhibition in spider mites susceptible and resistant to organophosphate. *Science*, 143(3602): 129-131.
- Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L (2010) Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect biochemistry and molecular biology*, 40(8): 563-572.
- Van Leeuwen T, Dermauw W (2016) The molecular evolution of xenobiotic metabolism and resistance in chelicerate mites. *Annual review of entomology*, 61: 475-498.
- Van Lenteren J, Woets J (1988) Biological and integrated pest-control in greenhouses. *Annual review of Entomology*, 33(1): 239-269.
- van Lenteren JC, Bolckmans K, Köhl J, Ravensberg WJ, Urbaneja A (2018) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63(1): 39-59.
- Van Pottelberge S, Khajehali J, Van Leeuwen T, Tirry L (2009) Effects of spiroticlofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 47(4): 301-309.
- Wu K, Hoy MA (2016) The glutathione-S-transferase, cytochrome P450 and carboxyl/cholinesterase gene superfamilies in predatory mite *Metaseiulus occidentalis*. *PloS one*, 11(7): e0160009.
- Xu D, He Y, Zhang Y, Xie W, Wu Q, Wang S (2018) Status of pesticide resistance and associated mutations in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 150: 89-96.

Farklı Konut Dokularının Hava Kirliliği Yoğunluğu Üzerindeki Etkisi: Erzurum Örneği

Elif Nur SARI^{*1}, Sevgi YILMAZ²

¹ İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İstanbul, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Türkiye

Öz: Hava kirliliği günümüzde canlı yaşamı için tehdit oluşturan önemli problemlerin başında gelmektedir. Kent içerisinde farklı konut dokularının emisyon oranları ve hava kirliliğini tetikleyen coğrafi değişkenler (basınç, yükseklik, rüzgâr, sıcaklık) ve fiziksel değişkenler (doğalgaz tüketimi, kömür tüketimi ve Gökyüzü Görünürlük Oranı) açısından durumu incelenmiştir. Değişkenlerin ArcGIS üzerinden mekânsal analizleri ve SPSS ile her bir konut dokusu için değişkenler arasında korelasyon analizi, konut dokuları arasındaki farkı anlamak için de Kruskal Wallis, hangi parametrelerin farklı olduğunu ortaya çıkarmak için %95 güven düzeyinde Posthoc – Games Howell analizi yapılmıştır. Apartman tipi konut dokusu, emisyon değerleri ve basınç değerleri açısından diğer konut dokularına göre anlamlı olarak daha yoğun, doğalgaz ve kömür tüketimi konusunda gecekondu tipi yapılaşma hariç diğer konut dokuların anlamlı olarak daha yoğun değere sahiptir. Site tipi konut dokusu diğer konut dokularından rüzgâr hızı konusunda anlamlı olarak daha yoğun değere sahiptir. Nitekim rüzgâr hızı 3 m/s'den düşük bulunmuştur. Gecekondu tipi konut dokusu yükselti ve yakıt tüketimi konusunda diğer konut dokularından anlamlı olarak daha yoğun değere sahiptir. Müstakil tip konut dokusu O₃, sıcaklık ve Gökyüzü Görünürlük Oranı ile diğer konut dokularından anlamlı olarak daha yüksek değere sahiptir. Erzurum'daki kentsel dönüşüm alanları göz önünde bulundurulduğunda yerel yönetimlerin, şehir plancılarının, peyzaj mimarlarının doğal koşulları göz önünde bulundurarak, mekâna özgü kentsel tasarım önerilerini üretmesinin gerekliliği açıktır.

Anahtar kelimeler: Hava kirliliği, konut dokusu, Gökyüzü Görünürlük Oranı (GGO), mekânsal analiz, Erzurum

The effect of different housing textures on air pollution intensity: Erzurum case

Abstract: Air pollution is one of the most important problems that threaten life today. Different housing textures in the city were examined in terms of air pollution values (emission values) and geographical variables that trigger air pollution (pressure, altitude, wind, temperature) and physical variables (natural gas consumption, coal consumption and Sky View Factor). Spatial analyzes of the variables were done with Arcgis. SPSS was used for statistical analysis. Correlation analysis was used to understand the difference between housing patterns variables, Kruskal Wallis to understand the difference between housing patterns, and Posthoc – Games Howell analysis at 95% confidence level to reveal which parameters were different. Block-type housing pattern is significantly more dense than other housing patterns in terms of emission values and pressure values, and has a significantly more intense value in natural gas and coal consumption than other housing patterns, except shanty housing. Gated community type housing texture has a significantly more intense value in terms of wind speed than other housing patterns. As a matter of fact, the wind speed was found to be less than 3 m/s. The shanty housing pattern has a significantly more intense value than other housing patterns in terms of altitude and fuel consumption. Detached house texture has a significantly higher value of O₃, temperature and SVF than other housing patterns. Considering the urban transformation areas in Erzurum, it is clear that local governments, city planners and landscape architects should produce site-specific urban design proposals, taking into account the natural conditions.

Keywords: Air pollution, Housing texture, SVF, Spatial analysis, Erzurum

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler verilerine göre artan nüfusla birlikte kentleşme oranları da yükseliş eğilimi göstermektedir. Geniş kapsamlı bir olgu olan kent, hızla yükselen nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için her geçen gün sert ve geçirimsiz yüzeylerini artırmaktadır (Chandan ve ark., 2019; Bharath ve ark., 2019). Kentsel mekânlarda artan ihtiyaçların bilinçli bir plan kararına uymadan yapılması trafik ve ısınma kaynaklı olarak hava kirliliğinin artmasına yol açmaktadır (Karagülian ve ark., 2015; Liu ve ark., 2017; Sarı ve ark. 2020; Yılmaz ve ark., 2021a). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2021)' ne göre, Dünya çapında en büyük halk sağlığı riski kentsel hava kirliliği olarak saptanmıştır. Hava kalitesi izleme sistemleri olan şehirlerde yaşayan insanların %80'den fazlasının kirli hava soluduğu belirtilmiştir. Her yıl dünya çapında hava kirliliğine

bağlı olarak 4.2 milyon insanın öldüğü ifade edilmiştir (WHO, 2021).

Hava kirliliği günümüzde canlı yaşamı için tehdit oluşturan önemli bir problemdir. Hava kirliliği bir veya daha fazla kirlenici maddenin sınır değerlerini aşarak canlı yaşamına ve çevre kalitesine zarar verecek oranda bulunması olarak tanımlanmaktadır (Cavkaytar, 2013). Kent içerisinde yakıt tüketiminden, trafikten ve sanayiden dolayı kirli hava açığa çıkmaktadır. 1952 yılında Londra'da çöken sis tabakasından dolayı birçok insanın hayatını kaybettiği bilinmektedir. Ayrıca

***Sorumlu Yazar:** elifnur.sari@iuc.edu.tr

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Geliş Tarihi: 24 Ekim 2022

Kabul Tarihi: 30 Kasım 2022

kirletici maddenin solunum ve akciğer hastalıklarını tetiklediği, bağışıklık sistemi problemlerine neden olduğu ve erken ölümü neden olduğu tespit edilmiştir (Heal ve ark., 2012; Zhang ve ark., 2012). Amerika, Brezilya, Avrupa ve Asya'da yapılan çalışmalarda Karbondioksit (CO₂), ozon (O₃), Kükürtdioksit (SO₂), Partikül Madde (PM₁₀), Nitrojen Dioksit (NO₂) gibi hava kirletici emisyonların düşük doğum, erken doğum ve ölü doğumla arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Ritz ve Yu, 2000). Sıklıkla gündeme gelen ve rahatsız edici boyutlara ulaşan hava kirliliği çalışmaları; Ankara (Çobanyılmaz ve Yüksel, 2013), Aydın (Başar ve ark., 2005; Erzurum (Yılmaz ve Öz, 2004), Edirne (Özşahin ve ark., 2016), Tekirdağ (Karbuç, 2016), Iğdır (Koç ve Koç, 2018), İzmir (Elbir, 2010) kentlerinde topoğrafik, iklimsel, yapay unsurlarla ilişkilendirilerek farklı yöntemler kullanılarak incelenmiştir.

Topoğrafik yapı hava kirliliğini etkileyen önemli bir etken olarak gözükmemektedir (Ning ve ark., 2018). Nitekim çanak biçimli topoğrafya hava, rüzgâr, sıcaklık gibi iklimsel değişkenleri etkileyerek hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Hindman ve ark., 1996). Yüksek basınç şartları kirli havayla ilişkilendirilmiştir (Sindosi ve ark., 2003). Yüksek basınçlı yerleşim alanları hava kirliliği açısından yüksek konsantrasyon göstermektedir (Kukkonen ve ark., 2005). İncersiyon tabakası soğuk havanın yer değiştirememesi sonucu kirli havanın oluşmasına neden olmaktadır (Karadağ ve Koçman, 2007; LARGERON ve Staquet, 2016). Soğuk hava durgunsa ve topoğrafya, yapılaşma nedeniyle rüzgâr hızı düşürse, kirli hava artışı tetiklenmektedir. Rüzgâr hızı ortalama 3 m/s'den daha azsa veya rüzgâr hızı kesilecek şekilde engellemeler varsa hava kirliliği o ortamda artma eğilimi göstermektedir (Ketterer ve Matzarakis, 2016; Radzka, 2020).

Hava kirliliğinin kent içindeki tahminleri makro ve mikro ölçekte ele alınmaktadır. Makro ölçekte incelenen çalışmalar kent formu ve makroformla ilgili problem üzerinde durmaktadır. Emisyon değerlerinin 12 yıllık verileri kullanılarak kentte kirlilik seviyesindeki değişimi inceleyen bir çalışmada, kentin büyüklüğü, kent düzensizliği durumu kriterlerine göre değerlendirilmiştir (Zhou ve ark., 2018). Hava kirliliği ve kent dokusu arasında önemli bir ilişki olduğu incelenmiştir (Bereitschaft ve Debbage, 2013). Kent sel sürekliliğinin olduğu yoğun yerleşim alanlarında kent sel sıçramanın olduğu bölgelere göre daha uygun hava şartlarına sahip olduğu bulunmuştur (Rodriguez ve ark., 2016; Lu ve Liu, 2018). Kent formu ve kirletici madde arasındaki ilişki birçok çalışmada nüfus yoğunluğu, iklim parametreleri ve kent makroformu ile ilişkilendirilmiştir. Yıllık kirletici değerleri dikkate alınan çalışmalarda CBS modellemeleri ve lineer regresyon modellerinde analizler yapılmıştır. Yerleşim alanı, iklim, nüfus parametrelerine bağlı olarak hava kirletici madde oranında artış gözlemlendiği belirlenmiştir (Stone, 2008; Bechle ve ark., 2011; Clark ve ark., 2011). Mikro ölçekte

sokak düzeyinde kirletici maddelerin hareketini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Shi vd., 2018; Li ve ark., 2018; Yılmaz ve ark., 2022). Yüksek katlı yapıların oluşturduğu (Gökyüzü Görünürlük Oranı (GGO)'nın düşük olduğu dar kanyonlarında kirletici dağılımının mümkün olmadığı ve hava kirliliği sorununun daha da artırdığı belirlenmiştir. Rakowska ve ark., (2014)'a göre, dar caddelerde trafik daha da az olmasına rağmen, hava kirliliğinin geniş ve açık caddelerden daha fazla olduğu saptanmıştır. Yapılan araştırmalara göre; kent veya onu oluşturan sokak kanyonlarının uygun yön ve açıda konumlandırılması dış mekân termal konforu (Lee ve ark., 2020; Yavaş ve Yılmaz, 2020; Yılmaz ve ark., 2021b), doğru bitki tür seçiminin yapılması (Irmak ve ark., 2018; Dursun ve ark., 2020), hava kirliliği (Yılmaz ve ark., 2021a) gibi birçok sorununun azaltılmasında olumlu rol oynadığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde doğal verilerin dikkate alınarak yapıldığı kent planlamalarında da olumlu sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Zhang ve Gu, 2013).

Makro ölçekte ve mikro ölçekte yapılan çalışmalar kent kompaktlığını veya sokak en boy oranlarını dikkate almaktadır. Ancak kent içerisinde farklı yerleşim dokularını gözlemleyebilmenin mümkün olduğu kentlerde yeni gruplandırma üzerinden analiz yapılması gerekli görülmüştür. Farklı konut dokularının hava kirliliği ile arasındaki ilişki literatürde zayıf kalmış bir konudur. Öte yandan literatür araştırmasında hava kirliliğinin seviyesi, nedenleri araştırılmış, ancak mekânsal tahminin yapılmasının sınırlı kaldığı incelenmiştir. Bu çalışma ile soğuk iklim bölgeleri için hava kirliliğinin farklı konut dokuları üzerinden mekânsal tahminiyle ilgili literatürdeki boşluğu doldurmak üzere kurgulanmıştır. Kış kenti kimliği ile markalaşmaya çalışan Erzurum'un, 600 hektarlık kentsel dönüşüm ve yenileme alanına sahip olması, elde edilen verilen plan kararlarına aktarılması bağlamında önemli olarak görülmektedir. Kirliliğin mekânsal tahminiyle ilgili oluşturulan metodoloji materyal ve yöntem bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Kent içerisindeki farklı konut dokusu, topoğrafya ve yakıt tüketimi ile ilişkisi göz önünde bulundurularak aşağıdaki araştırma soruları belirlenmiştir:

•Farklı konut dokularının hava kirliliği emisyon değerleri ve kirliliği tetikleyen coğrafi (basınç, rüzgâr, sıcaklık ve yükseklik değerleri) ve fiziksel değişkenler (doğalgaz ve kömür tüketim verileri, GGO) arasında ilişki var mıdır?

•Farklı konut dokuları (apartman tipi, site tipi, müstakil tip, gecekondü tipi) arasında fark var mıdır?

MATERYAL ve YÖNTEM

Erzurum kenti deniz seviyesinden ortalama 1860m yükseklikte ve Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır (39.55E; 41.16N). 2012 yılında büyükşehir statüsüne sahip olup, nüfusu 2017 sayımlarına göre 760476 kişidir. Kent çanak formu coğrafi karakter sergilemektedir. Kentte konut

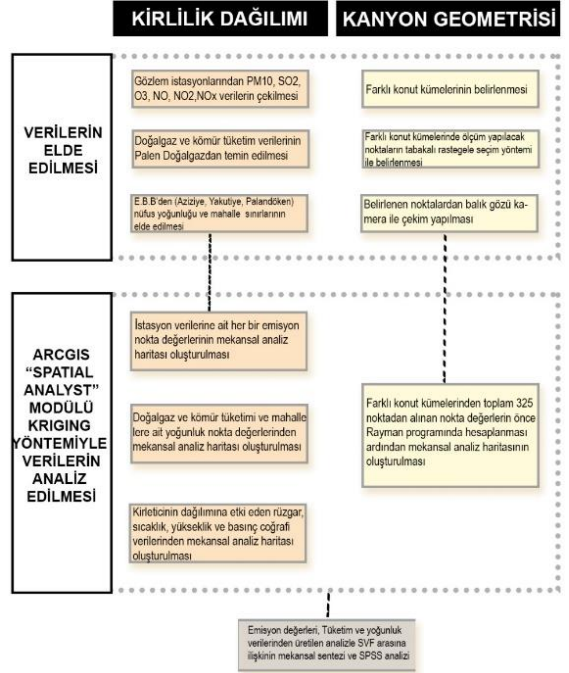
dokusuyla ilgili yapılan ön değerlendirme sonucunda kullanım yoğunluğuna göre dört farklı konut dokusu belirlenmiştir. Bu konut dokuları kentin genelini de temsil edecek şekilde tercih edilmiştir. Konut dokuları tekli konut, sıralı konut, toplu konut, gecekondur, teras ev, apartman ve site tipi şeklinde adlandırılmaktadır (Özgül, 2008; Akalın, 2016). Bu amaçla seçilen konut dokuları; apartman, site, müstakil ve gecekondur şeklinde sınıflandırılmıştır (Şekil 1). Kentte kışların uzun ve soğuk olması ısınma amaçlı yakıt tüketimini artırmaktadır. Kentte uzun yıllar iklim verisine göre elde edilen rüzgâr hızı ortalaması 2.7 m/s'dir (MGM, 2019). Hava basıncı mevsimler, yükseklik, yerçekimi, cephe ve basınç sistemlerine bağlı olarak değişmektedir. Yüksek basınç şartlarından dolayı kirli havanın kentte kalma süresinin uzadığı bilinmektedir. Hava kirliliği ölçümleri yapılan mobil istasyonların dağılımı ve çalışma alanı konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı konum haritası ve farklı konut dokusu tipleri

Kirliliğin kentte mekânsal dağılımıyla ilgili; kirletici faktörler (emiyon değerleri), coğrafi faktörler (basınç, rüzgâr, sıcaklık ve yükseklik değerleri) ve fiziksel faktörler (doğalgaz ve kömür tüketim verileri, GGO) olarak sınıflandırma yapılmıştır.

Çalışma alanı içinde, rüzgâr hızı ölçümleri ""Trotec marka bz16 rüzgâr hızı ve sıcaklık ölçer cihazı ile 330 farklı noktadan yapılmıştır. Kente ait yükseklik değerlerine ASTER GDEM'den tiff formatında çekilen 65*65 km ölçülerinde DEM verisi ile ulaşılmıştır. Basınç verilerine ise Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü aracılığı ile ulaşılmıştır. Kirliliğe etki eden doğalgaz ve kömür tüketimi değişkenleri ve GGO fiziksel faktörler kapsamında değerlendirilmiştir. Doğalgaz ve kömür tüketim verilerine ise Palen Enerji Doğalgaz Dağıtım End ve Tic A.Ş.'den elde edilmiştir. Çalışmada izlenen yol yöntem akış şemasında verilmiştir (Şekil 2). Erzurum kent merkezinde belirlenen dört farklı konut dokusu, dört adet hava kirlilik ölçüm istasyonu verileri ve GGO ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 2. Çalışmada izlenen yöntem şeması

Gökyüzü Görünürlük Oranının (GGO) Ölçümü

Kent dokusunda heterojen yapıya neden olan site, apartman, müstakil, gecekonduru tipi konut kümelerinde 325 noktadan şansa bağlı olarak GGO ölçümleri alınmıştır. GGO değerleri için ise Nikon D5200 fotoğraf makinesi ve balık gözü lens kullanılmıştır. GGO parametresini hesaplamak için ise Rayman 1.2 programı kullanılmıştır. GGO birçok araştırmacı tarafından kanyon geometrisini tanımlamak için uygun parametreler olarak kabul edilmiştir (Lee ve ark., 2020; Yılmaz ve ark., 2021b). Kanyon geometrisi oranlarında '0' bölgede bir yapılaşma olmadığı, sıfır kanyon özelliği taşıdığı, '4' ise derin kanyon formunu ifade etmektedir. GGO değerlerinde ise bu kanyon oranlarının sayısal karşılıkları farklıdır. Değer '1' e yaklaştıkça yapılaşmanın az ve gökyüzünün açık olduğu "1" den az olan ve "0" a yakın durumlarda ise derin kanyon formu, gökyüzünün görünürlüğünün düşük olduğunu göstermektedir (Gülten, 2007).

Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler Arasındaki İlişki

Veriler arasındaki farkı ve ilişkiyi anlamak için IBM SPSS Statistics 20 programında istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamaya geçmeden önce, enterpole edilmiş kirletici, coğrafi ve fiziksel faktörlerin analiz haritasında rastgele noktalar ArcGIS Extract Values From Points komutu ile atılmıştır (Apartman tipi yapılaşma; 342, site tipi yapılaşma; 374, gecekonduru tipi yapılaşma; 261, müstakili tip yapılaşma: 156). Elde edilen veriler .xls formatında export edilerek IBM SPSS Statistics 20 programında analiz edilmiştir. Normallik testi sonucunda verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle nonparametrik testlere başvurulmuştur.

•Farklı konut dokularında araştırma sorularına cevap bulabilmek amacıyla öncelikle Spearman korelasyon analizi ile veriler arasındaki ilişki sorgulanmıştır.

•Farklı konut dokularında emisyon değerleri ile diğer tüm parametreler arasında farkı tespit edebilmek amacıyla %95 güven düzeyinde Kruskal Wallis testi yapılmıştır.

•Konut dokuları arasında parametreler açısından fark olduğunu incelemek amacıyla Kruskal Wallis, hangi parametrelerin farklı olduğunu ortaya çıkarmak için %95 güven düzeyinde Posthoc – Games Howell analizi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Dört farklı konut tipolojisi ve kentin hava kirliliği değerleri analiz edilerek, haritalar üretilmiş ve analiz sonuçları konut dokusu analizleri bölümünde tartışılmıştır.

Konut Dokusu Analizleri

Hava kirliliği ve konut dokusu arasındaki ilişkiyi analiz etmek üzere kentin farklı bölgelerinde 4 farklı konut tipolojisinde (site tipi, müstakil, apartman ve gecekondu tipi) 325 noktadan alınan GGO ölçümleri, bina yüksekliği, saha ölçümlerinden elde edilen mikro iklim verileri olarak rüzgâr hızı ve sıcaklık değerleri, rüzgâr yönü ve rakım değişkenleri kullanılmıştır. Konut dokuları kent içerisinde homojen dağılım sergilemediği için aşağıdaki açıklamalarda harflendirme ile ayrılmıştır.

Apartman Tipi Konut Dokusu

Kent merkezinde bulunan apartman tipi yapılaşmanın olduğu bölgede, bina yükseklikleri, sokak yönelimleri, sokak genişliği değişkenleri göz önünde bulundurulduğunda homojen olmayan dağılım incelenmiştir. Sokak yönelimleri tekil veya ikili benzer özellikler taşımamakta, farklı açılarda bulunmaktadır. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 76 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.1 ile 0.4 arasında değişiklik göstermekte, bina yükseklikleri 15-24 m arasında değişmektedir. Rüzgâr hızı ise 1.2 m/s ile 2.5 m/s arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3a). Kentin kuzeyinde yer alan apartman tipi yapılaşmanın olduğu bölgede, sokak yönelimlerinde K-G ve D-B hakimdir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 35 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.4 ile 0.7 arasında değişiklik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 9-18 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.5 m/s ile 1.2 m/s arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3b). Apartman tipi yapılaşmanın olduğu diğer bölgede, bina yükseklikleri, sokak yönelimleri, sokak genişliği değişkenleri homojen olmayan dağılım incelenmiştir. Yol açısı farklı olan sokaklarda GB-KD ve KB-GD yönelimleri hâkim olsa da diğer sokaklarda farklı açılarda yönelim incelenmiştir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 29 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.3 ile 0.6 arasında değişiklik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 12-18 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.5 m/s ile 1.2 m/s arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3c).



Şekil 3. Apartman tipi konut dokusu; a) Lalapaşa Mah., Muratpaşa Mah., Ömer Nasuhi Bilmen Mah., Rabiaana Mah., Kazım Karabekir Mah.; b) Şükrüpaşa Mah. c) Abdurrahmangazi Mah., Ertuğrul Gazi Mah., Kazım Yurdalan Mah., Yunusemre Mah.

İstatistiki analizlerde apartman tipi yapılaşma için; doğal koşullar kapsamında ele alınan, basınç ile SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ değerleri arasında pozitif ilişki, O₃ le negatif ilişki bulunmuştur. Rüzgâr ve SO₂ arasında pozitif ilişki, CO, NO_x,

NO, NO₂ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Sıcaklık ve NO arasında pozitif ilişki bulunmuş, SO₂ ile negatif ilişki tespit edilmiştir. Kentin fiziksel koşulları kapsamında ele alınan doğal gaz tüketim verileri ile SO₂ ve PM₁₀ arasında pozitif ilişki, CO ve O₃ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Kömür tüketim verileri ile SO₂ ve PM₁₀ arasında pozitif ilişki, CO, NO_x, NO, NO₂, O₃ arasında negatif ilişki bulunmuştur. GGO ve O₃ arasında pozitif ilişki bulunmuştur. SO₂, CO, NO, NO₂ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Apartman tipi konut dokusu mekânsal analizlerde kirliliği tetikleyen faktörlerin en yoğun olduğu bölge olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra doğal koşul parametrelerinden rüzgâr ve sıcaklık parametrelerinin SO₂ ile arasında pozitif ilişki olması konut dokusundaki sokak yönelmeleri ve bina yüksekliklerinin farklı oranların etkisini göstermektedir. Nitekim rüzgâra dik açılarda yerleştirilmiş yapılaşma deseninin, rüzgârın kent içerisinde dolaşımına engel olduğu tespit edilmiştir (Schatzmann ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2015). Nispeten güçlü hava kirliliği atakları, çoğunlukla 1 m/s - 3 m/s den daha az olan düşük rüzgâr hızıyla ilişkili hava koşullarında şiddetlenmektedir (Ketterer ve Matzarakis, 2016). Yakıt tüketim değerlerinin SO₂ ve PM₁₀ değerleri ile pozitif ilişkili olması ise kömür tüketimi kaynaklı artan SO₂ ve PM₁₀ ile ilişkilidir. Ayrıca GGO değeri ile negatif ilişkili olan yakıt tüketimi GGO değerinin düştükçe ısınma ihtiyacının arttığını göstermektedir. Apartman tipi yapılaşmada farkı en/boy oranına sahip binalar Nosek ve ark. 2018'e benzer şekilde farklı bina yüksekliklerine sahip yerleşim alanında sokak yönelmelerinin kirlilik dağılımında birincil faktör olarak ön plana çıktığı incelenmiştir (Nosek ve ark. 2018).

Site Tipi Konut Dokusu

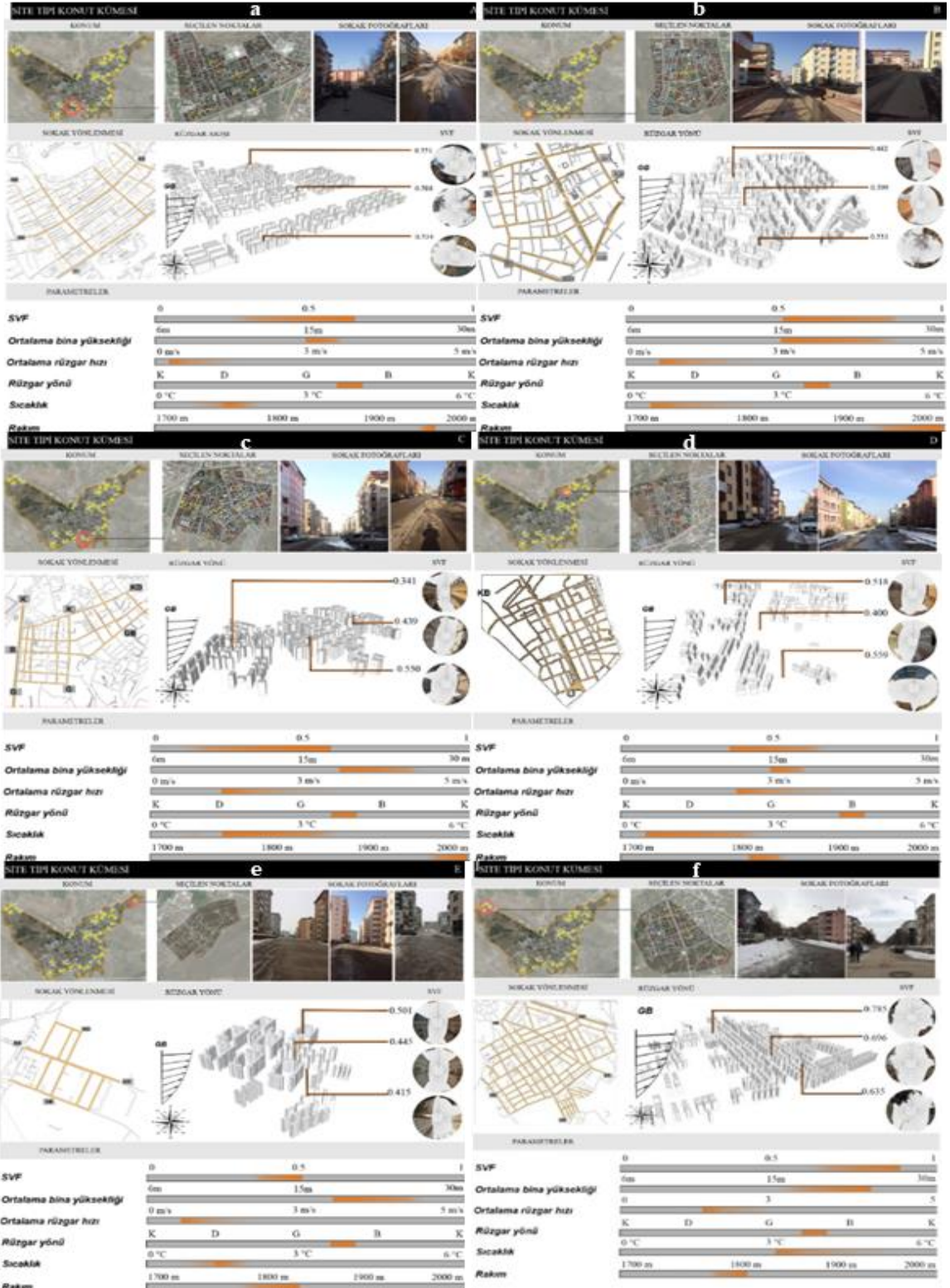
Kentin güneybatısında gecekondu önleme bölgesi olarak kurulan yerleşim alanı ızgara plan üzerine oturtulmuştur. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 24 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.4 ile 0.6 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 15-18 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.8 m/s ile 1.5 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4a). Kentin güneyinde bahçeli konut dokusu niteliği taşıyan yerleşim alanında yatay ekseninde sokaklar D-B yönündeyken kuzey ekseninde değişkenlik göstermektedir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 17 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.6 ile 0.8 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 15-24 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.6 m/s ile 1.5 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4b). Palandöken dağ eteklerinde kurulmuş olan yerleşim alanında apartman ve site tipi yapılaşma hakimdir. Sokak yönelmelerinde ise K-G ve D-B ile GB- KD ve GD-KD olmak üzere 2 tip sokak yönelmesi incelenmiştir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 21 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.2 ile 0.6 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 18-27 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 1.5 m/s ile 2.5

m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4c). Kentin kuzeyinde yeni yerleşim alanları arasındaki bölgede sokak yönelmeleri GB- KD yönünde ve GD-KB yönünde değişmektedir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 8 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.4 ile 0.6 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 15-18 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 1.8 m/s ile 3.0 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4d). Kent makroformunun kuzey ucunda yeni gelişim alanı olarak nitelendirilen yerleşim alanında site tipi yapılaşmalar hakimdir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 4 nokta seçilmiştir. Güneybatı'dan gelen hâkim rüzgâra paralel sokakların olduğu alanda diğer parametreler: GGO değerleri 0.4 ile 0.5 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 18-24 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.6 m/s ile 1.5 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4e). Kent merkezinde uydu kent olarak kurulmuş olan kentin batısında yer alan yerleşim alanında apartman ve site tipi yapılaşma hakimdir. Sokak yönelmeleri GB-KD ile GD-KB şeklinde incelenmiştir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 12 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.6 ile 0.8 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 15-24 m arasında değişmektedir. Rüzgâr hızı ise 1.6 m/s ile 2.3 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4f).

İstatistiksel analizlerde site tipi yapılaşma için; doğal koşullar kapsamında ele alınan yükselti ile emisyon değerleri arasında ilişki bulunmamıştır. Basınç ile SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ hariç diğer emisyon değerleri arasında pozitif ilişki, O₃ ile negatif ilişki bulunmuştur. Rüzgâr hızı ve SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Sıcaklık ve NO arasında pozitif ilişki bulunmuş, SO₂ ile negatif ilişki tespit edilmiştir. Kentin fiziksel koşulları kapsamında ele alınan doğal tüketim verileri ile SO₂ ve PM₁₀ arasında pozitif ilişki, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Kömür tüketim verileri ile SO₂ ve PM₁₀ arasında pozitif ilişki, CO, NO_x, NO, NO₂, O₃ arasında negatif ilişki bulunmuştur. GGO ve O₃ arasında pozitif ilişki bulunmuştur. SO₂, CO, NO, NO₂ arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Site tipi konut dokusunda apartman tipi yapılaşmaya benzer olarak rüzgâr hızının emisyon değeriyle orantılı olarak artması gözlenmiştir. Ancak emisyon değerlerinin daha düşük olması sokak yönelmelerinin güneybatı yönelimle olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Nitekim Hang ve ark. (2009) tarafından rüzgâr açısının sokağa paralel olması kirlenmeye katkı sunduğu ifade edilmiştir (Hang ve ark., 2009). Ayrıca rüzgâr hızının apartman tipi yapılaşmaya göre daha fazla olması kirlenmeye katkı sunduğu ifade edilmiştir (Zhang ve ark., 2015). Apartman tipi yapılaşmada sokak yönelmeleri nedeniyle girdap oluşumu söz konusu olurken site tipi yapılaşmada bu durum söz konusu değildir (Hoydysh ve Dabberdt, 1988).

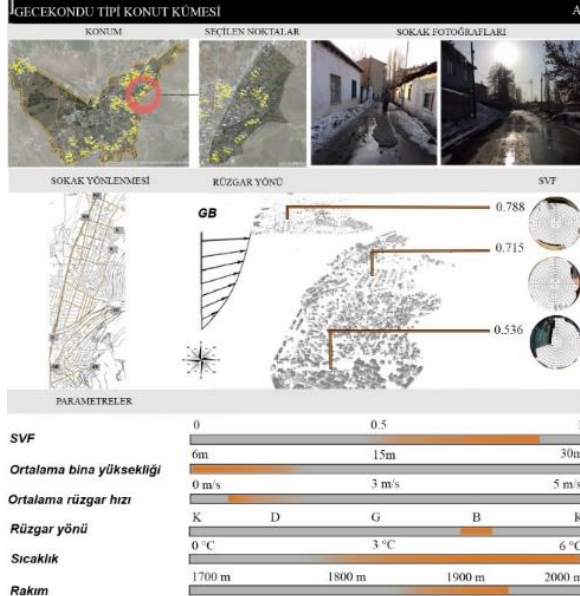
Farklı Konut Dokularının Hava Kirliliği Yoğunluğu Üzerindeki Etkisi:
Erzurum Örneği



Şekil 4. Site tipi konut dokusu, a) Adnan Menderes Mah., Hacı Salih Efendi Mah., Hacı Ahmet Baba Mah., Mehmet Akif Ersoy Mah., Solakzade Mah., Ş.İsmail Aksu Mah.); b) Osmangazi Mah.); c) Osmanbekaş Mah.; d) Şükrüpaşa Mah.; e) Kurtuluş Mah.; f) Alparslan Mah., Abdülhamit Mah

Gecekondu Tipi Konut Dokusu

Gecekondu tipi yapılaşmanın olduğu bölgede kömür tüketimi diğer bölgelere oranla daha fazladır. Sokak yönlendirmeleri farklı açılarda bulunmaktadır. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 54 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.4 ile 0.75 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de 6-9 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.6 m/s ile 1.5 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 5). Kent genelinde gecekondu özelliğinde fazla çeşitlilik olmadığı için tek alanda çalışma yapılmıştır.



Şekil 5. Gecekondu tipi konut dokusu, Kurtuluş Mahallesi

İstatistiksel analizlerde gecekondu tipi yapılaşma için; doğal koşullar kapsamında ele alınan basınç ile SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif ilişki, O₃ ile negatif ilişki bulunmuştur. Yükselti ile CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Rüzgâr ve emisyon değerleri arasında ilişki bulunmamıştır. Sıcaklık ve SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Kentin fiziksel koşulları kapsamında ele alınan doğal gaz ve kömür tüketim verileri ile SO₂ arasında pozitif ilişki, CO, NO_x, NO, NO₂, O₃ arasında negatif ilişki bulunmuştur. GGO ile SO₂ ve PM₁₀ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Rüzgâr hızının arttıkça hava kirliliği oranının iyileştiği bilinmektedir (Zhang ve ark., 2015). 0.6/1.5 m/s arasında değişen rüzgâr hızı kirlilik değerleri üzerinde etkili olmamıştır. Öte yandan diğer konut dokularına paralel olarak sıcaklık arttıkça emisyon değerlerinin arttığı incelenmiştir.

Müstakil Tip Konut Dokusu

Müstakil tipi yapılaşmanın olduğu kentin batısında yer alan bölgede kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 12 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.7 ile 0.9 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 6-9 m arasında

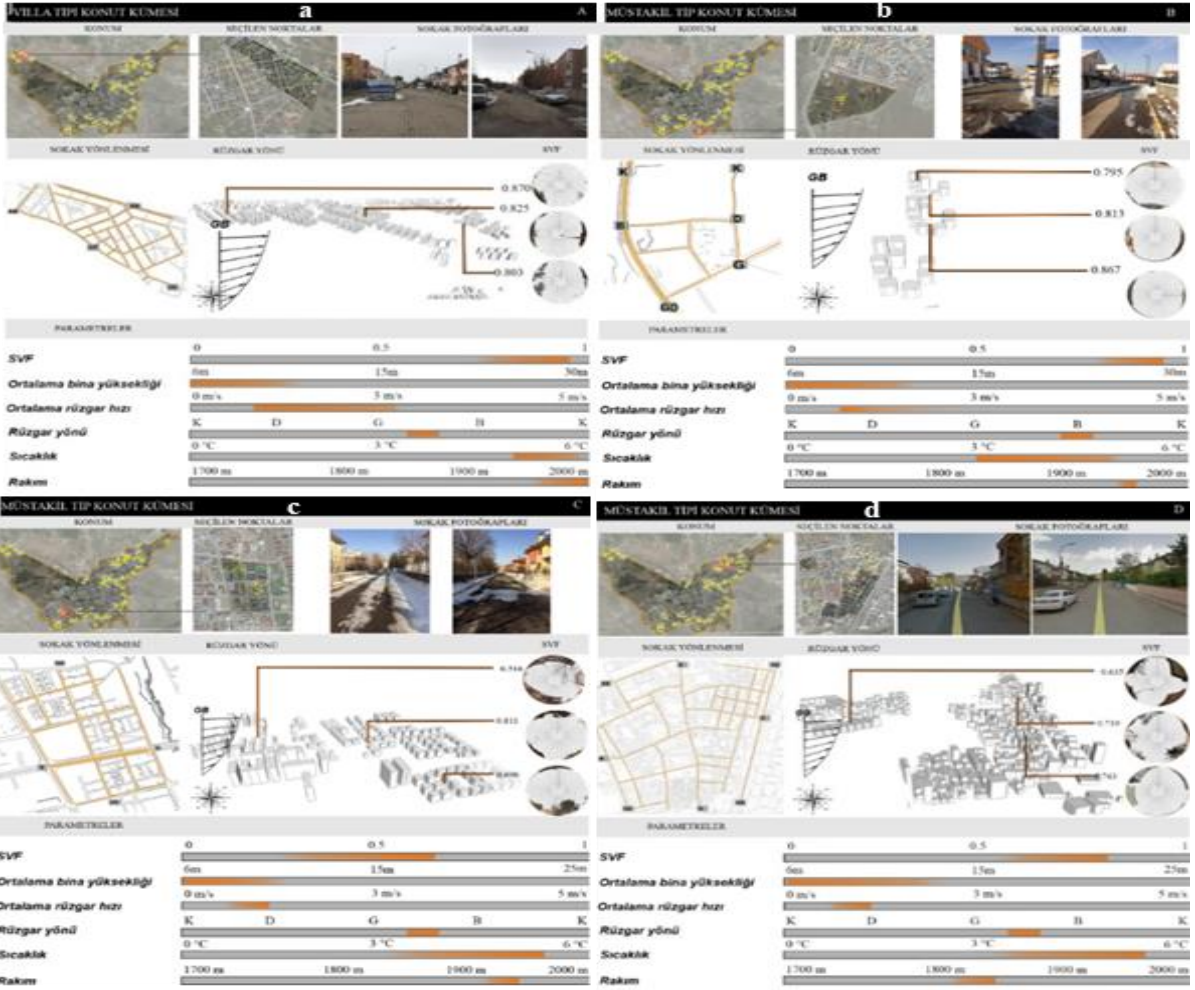
değişmektedir. Rüzgâr hızı ise 1.2 m/s ile 3 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 6a). Müstakil tipi yapılaşmanın olduğu diğer kentin güneyinde yer alan bölgede, kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 4 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.6 - 0.9 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 6-9 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 1.2 m/s ile 2 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 6b). Kentin güney batısında yer alan bölgede kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 10 nokta seçilmiştir. Sokak yönlendirmeleri GB-KD ve KB-KD şeklindedir. GGO değerleri 0.5 ile 0.8 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 6-9 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.6 m/s ile 1.5 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 6c). Kentin kuzeyinde müstakil tip yapılaşmanın hâkim olduğu bölgede sokak yönlendirmeleri K-G ve D-B olarak incelenmiştir. Kanyon geometrisini tahmin etmek üzere yerleşim alanında şansa bağlı olarak 13 nokta seçilmiştir. GGO değerleri 0.6 ile 0.8 arasında değişkenlik göstermekte, bina yükseklikleri de doğru orantılı olarak 6-9 m yüksekliklere çıkmaktadır. Rüzgâr hızı ise 0.5 m/s ile 1.2 m/s arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 6d).

İstatistiksel analizlerde müstakil tip yapılaşma için; doğal koşullar kapsamında ele alınan basınç ile SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif ilişki, O₃ ile negatif ilişki bulunmuştur. Yükselti ile SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Rüzgâr ve sıcaklık ile SO₂, PM₁₀, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif ilişki, O₃ ile negatif ilişki bulunmuştur. Kentin fiziksel koşulları kapsamında ele alınan doğal gaz tüketim verileri ile SO₂, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında pozitif, O₃ ile negatif ilişki bulunmuştur. Kömür tüketim verileri ile SO₂, CO, NO_x, NO, NO₂ arasında negatif ilişki, O₃ arasında pozitif ilişki bulunmuştur. GGO ile O₃ arasında negatif ilişki bulunmuştur. Yapılan literatür analizlerine paralel olarak basınç artıp, yükseklik azaldıkça (Erzurum topoğrafik koşullarında yüksekliğin azalması çanak topoğrafyanın ortaya çıkışına neden olur) kirlilik değerleri artmıştır. Benzer şekilde rüzgâr hızı arttıkça emisyon değerlerinin artması apartman tipi yapılaşmaya benzer şekilde 3 m/s'den düşük olması nedeniyle uyum göstermektedir. Ancak rüzgâr hızı düşük olsa bile emisyon değerlerinin diğer konut dokularına göre düşük olmasında sokak yönlendirmelerinin rüzgâr yönüne paralel olması etkili olmaktadır (Ketterer ve Matzarakis, 2016). Müstakil tip yapılaşmada GGO oranları düşük olduğu ve kanyon karakteristiği taşımadığı için emisyon değerleri dolayısı ile ilişkili bulunmamıştır. Nitekim, Vardoulakis ve ark. (2007) tarafından kanyon karakteristiği gösteren bölgelerde hava kirliliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Farklı Konut Dokularının Karşılaştırılmasında Kullanılan İstatistik Verileri

Çalışma alanı içinde belirlenen dört farklı konut dokusu özellikleri ile alanın fiziksel ve mikro iklim özellikleri, hava kirliliği parametreleri istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Farklı Konut Dokularının Hava Kirliliği Yoğunluğu Üzerindeki Etkisi:
Erzurum Örneği



Şekil 6. Müstakil tip konut dokusu, a) Ahmet Yesevi Mah. Bilal Habeşi Mah.; b) Osmanbeytaş Mah.; c) Adnan Menderes Mah.; d) Şükrüpaşa Mah.

Tablo 1. Konut dokuları arasında parametreler açısından farklılıkların tespit edilmesi

	SO ₂	PM ₁₀	CO	NO _x	NO	NO ₂	O ₃	Basınç	Yükselti	Rüzgâr	Sıcaklık	Dgaz	Kömür	GGO
Apt	d,e	d,e	d,e,f	d,e,f	d,e,f	d,e,f		d,e,f				d,e	d,e	
Site	b	b	b	b	b	b	a,c	b		a,b,c	a	a	b	a
Gecek.			j,l	j,l	j,l	j,l	k	j,l	j,k,l	k,l	j,k	j,k,l	j,k,l	k
Müstakil							g,h,l				g,h,l			g,h,l

- a: Site tipi konut dokusu apartman tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
b: Site tipi konut dokusu gecekondut tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
c: Site tipi konut dokusu müstakil tipten daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
d: Apartman tipi konut dokusu site tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
e: Apartman tipi konut dokusu gecekondut tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
f: Apartman tipi konut dokusu müstakil tipten daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
g: Gecekondut tipi konut dokusu site tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
h: Gecekondut tipi konut dokusu apartman tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
ı: Gecekondut tipi konut dokusu müstakil tipten daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
j: Müstakil tip konut dokusu site tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
k: Müstakil tip konut dokusu apartman tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.
l: Müstakil tip konut dokusu gecekondut tipinden daha fazla yoğunluk değerine sahiptir.

Konut dokuları arasındaki farklılıklar genel olarak incelendiğinde aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır:

- Apartman tipi konut dokusu, emisyon değerleri ve basınç değerleri açısından diğer konut dokularına göre anlamlı olarak daha yoğun, doğalgaz ve kömür tüketimi konusunda gecekondu tipi yapılaşma hariç diğer konut dokuların anlamlı olarak daha yoğun değere sahiptir.
- Site tipi konut dokusu diğer konut dokularından rüzgâr hızı konusunda anlamlı olarak daha yoğun değere sahiptir.
- Gecekondu tipi konut dokusu yükselti ve yakıt tüketimi konusunda diğer konut dokularından anlamlı olarak daha yoğun değere sahiptir.
- Müstakil tip konut dokusu O₃, sıcaklık ve GGO ile diğer konut dokularından anlamlı olarak daha yüksek değere sahiptir.

Yüksek katlı konut dokularının olduğu site ve apartman tipi yapılaşmada emisyon değerlerinin basınç, yakıt tüketimi, GGO arasındaki ilişki benzer olmasına rağmen rüzgâr hızı ile ilişkinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Emisyon değerlerinin apartman tipi yapılaşmada, rüzgâr hızının site tipi yapılaşmada daha fazla olduğu göz önünde bulundurulduğunda sokak yönlenmelerinin ve rüzgâr hızı eşik değerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Site tipi konut dokusunda sokak yönlenmeleri rüzgârı yönüne paralel, apartman tipi yapılaşmada ise rüzgâr hızı 3 m/s'den düşüktür (Jeanjean ve ark., 2016). En/boy oranının düşük konut dokularının olduğu müstakil tip ve gecekondu tipi yapılaşmada ise yakıt tüketimi ve GGO oranı dikkati çekmektedir. Gecekondu tipi yapılaşmada kömür tüketiminin fazla olması şehir deseninde kirliliği tetikleyen birincil parametrenin yakıt tüketimi olduğunu göstermektedir. Çünkü gecekondu alanlarında genellikle kömür veya lastik benzeri malzemelerin ısınma amaçlı tüketimi hava kirliliğini artırmaktadır.

SONUÇ

Uzun yıllardır doğal ve yapay faktörler nedeniyle hava kirliliğine maruz kalan Erzurum kenti henüz sağlıklı bir yaşam konforuna ulaşamamıştır. Soğuk iklim şartlarına sahip Erzurum kentinde evsel yakıt tüketimi kaynaklı kirlenici gazların atmosfere yayılması kirliliğin birincil kaynağı olarak görülmektedir. Ayrıca kentin morfolojik ve meteorolojik koşulları da bu etkiyi artırmaktadır. Hava kirliliği ve kentin fiziki yapısını oluşturan farklı konut tipolojileri arasındaki ilişkinin analizi ile literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Kentin doğal koşullarını oluşturan, basınç, yükselti, rüzgâr hızı ve sıcaklık; fiziksel koşullarını oluşturan doğalgaz ve kömür tüketimi ve GGO değerleri ile emisyon değerleri arasındaki ilişki incelenmiş, mekânsal olarak hava kirliliğinin en yüksek olduğu bölgeler tespit edilmiş, kirliliği tetikleyen ana parametreler ortaya konulmuştur.

Hava kirliliği emisyon değerleri dolayısıyla yakıt tüketimi kirliliği etkileyen birincil parametre olarak bulunmuştur.

Gecekondu tipi yapılaşma ideal en boy oranına sahip olmasına ve rüzgâr hızıyla emisyon değerleri arasında ilişki olmamasına rağmen hava kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerdendir. Bunun nedeni de kullanılan yakıt türünden kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra hava kirliliğini tetikleyen ikincil parametre olarak rüzgâr hızı ve sokak yönelmeleri gelmektedir. Site tipi yapılaşma ve apartman tipi yapılaşmadaki coğrafi (basınç ve rüzgâr) ve fiziksel koşullar emisyon değerleri ile benzer koşullara sahip olmasına rağmen rüzgâr hızı ile benzer ilişkide bulunmamıştır. Burada konut dokusunun rolü ön plana çıkmaktadır. Apartman tipi yapılaşmada kirliliği azaltmak amacıyla rüzgârı hızlandıran müdahalelerde bulunulması önerilmektedir. Her konut dokusu için rüzgârı önleyici, hızlandırıcı veya hızını düşüren farklı önlemler alınması gerekmektedir.

Son yıllarda gündeme gelen sürdürülebilir, ekolojik kentler oluşturma çabalarının politika geliştirme düzeyinde kaldığı, planlama ve tasarım uygulamalarına yansıtılmadığı görülmektedir. Çalışma alanı olarak belirlenen Erzurum'un etrafının yüksek dağlarla çevrili olması, uzun ve sert kış koşullarına bağlı olarak artan fosil yakıt tüketimi ve rüzgâr hareketliliğinin sınırlı olması hava kirliliği sorununu daha da artırmaktadır. Bu durum sık sık basında da gündeme gelmektedir (21. 01. 2019 Ocak CNN-Erzurum Haber). Plan kararlarında kentin doğal-kültürel değerleri ve mikroklimatik verilerinin kullanılması, sürdürülebilir yaşam alanlarının oluşumunu desteklemektedir. Erzurum'daki kentsel dönüşüm alanları göz önünde bulundurulduğunda yerel yönetimlerin, şehir plancılarının, peyzaj mimarlarının doğal koşulları göz önünde bulundurarak, mekâna özgü kentsel tasarım önerilerini üretmesinin gerekliliği açıktır.

KAYNAKLAR

- Akalın, M. (2016). Mekânsal ayrışmanın bir yeni biçimi olarak kapalı/kapılı siteler: Akkent konutları örneği. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 923-956.
- Başar, P., Okyay, P., Ergin, F., Coşan, S., Yıldız, A. (2005). Aydın İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği / 1997-2004*. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 6(3), 11-15.
- Bechle, M. J., Millet, D. B., & Marshall, J. D. (2011). Effects of income and urban form on urban NO₂: Global evidence from satellites. *Environmental science & technology*, 45(11), 4914-4919.
- Bereitschaft, B., & Debbage, K. (2013). Urban Form, Air Pollution, and CO 2 Emissions in Large U.S. Metropolitan Areas. *The Professional Geographer*, 65(4), 612- 635.
- Bharath, HA.; Chandan, MC.; Nimish, G. (2019). Assessing land surface temperature and land use change through spatio-temporal analysis: a case study of select major cities of India. *Arab. J. Geosci.*, 12 (11): 367.
- Cavkaytar, Ö., Uysal, S. Ö., & Şekerel, B.E. (2013). Türkiye'de Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Sağlık Sorunları. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 105-111.

- Chandan, M. C., Nimish, G., & Bharath, H. A. (2020). Analysing spatial patterns and trend of future urban expansion using SLEUTH. *Spatial Information Research*, 28(1), 11-23.
- Clark, L. P., Millet, D. B., & Marshall, J. D. (2011). Air quality and urban form in U.S. urban areas: Evidence from regulatory monitors. *Environmental Science and Technology*, 45, 7028–7035.
- Çobanyılmaz, P., & Yüksel, Ü. D. (2013). Kentlerin iklim değişikliğinden zarar görebilirliğinin belirlenmesi: Ankara Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 39-50.
- Dursun D., Yavaş M., Yılmaz S. (2020). Microclimate Assessment of Design Proposals for Public Space in Cold Climate Zone: Case of Yakutiye Square; Soğuk İklim Bölgesinde Kamusal Alanda Tasarım Önerilerinin Mikro İklim Yönünden Değerlendirmesi: Yakutiye Meydanı Örneği. *MEGARON*, 2020; 15(2):321-33.
- Elbir, T., Bayram, A., Melik, K. A. R. A., Altıok, H., Seyfioğlu, R. S., Ergün, P., & Şimşir, S. (2010). İzmir kent merkezinde karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kirliliğinin incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12(1), 1-17.
- Gülten, A. (2007). Kent Dokusunda Güneş Işınımından Yararlanmak İçin Cadde-Bina İlişkinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özgülven, U. Ö. (2008). *İstanbul'daki Lüks Konutların İncelenmesi Ve Farklı Tiplerinin Karşılaştırılması Farklı Tiplerinin Karşılaştırılması*. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hang, J., Sandberg, M., Li, Y., & Claesson, L. (2009). Pollutant dispersion in idealized city models with different urban morphologies. *Atmospheric Environment*, 43(38), 6011–6025.
- Heal, M. R., Kumar, P., & Harrison, R. M. (2012). Particles, air quality, policy and health. *Chemical Society Reviews*, 41(19), 6606-6630.
- Hindman, E. E., & Upadhyay, B. P. (2002). Air pollution transport in the Himalayas of Nepal and Tibet during the 1995–1996 dry season. *Atmospheric Environment*, 36(4), 727-739.
- Hoydysh, W. G., & Dabberdt, W. F. (1994). Concentration fields at urban intersections: fluid modeling studies. *Atmospheric Environment*, 28(11), 1849-1860.
- Irmak, A., Yılmaz S., Mutlu E., Yılmaz H. (2018). Assessment of the effects of different tree species on urban microclimate. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: (16); 15802–15822.
- Jeanjean, A. P., Monks, P. S., & Leigh, R. J. (2016). Modelling the effectiveness of urban trees and grass on PM2.5 reduction via dispersion and deposition at a city scale. *Atmospheric Environment*, 147, 1-10.
- Karadağ, A., & Koçman, A. (2007). Coğrafi çevre bileşenlerinin kentsel gelişim süreci üzerine etkileri: Ödemiş (İzmir) örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 16(1-2), 3-16.
- Karagulian, F.; Belis, CA.; Dora, CFC. (2015). Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): a systematic review of local source contributions at global level. *Atmos. Environ.*, 120: 475-483.
- Karbuç, İ. (2016). Tekirdağ'da Hava Kirliliğine Coğrafi Bakış. *The Journal Of Academic Social Science Studies*, 44, 363-376.
- Ketterer, C., & Matzarakis, A. (2016). Mapping the Physiologically Equivalent Temperature in urban areas using artificial neural network. *Landscape and Urban Planning*, 150, 1–9.
- Koç, F. & Koç, A. (2018). An Assessment Through Relationship Between Air Pollution and Climatic Parameters in City of Igdir. *Kent Akademisi*, 11(1), 1-10.
- Kukkonen, J., Pohjola, M., Sokhi, R. S., Luhana, L., Kitwiroon, N., Fragkou, L., & Finardi, S. (2005). Analysis and evaluation of selected local-scale PM10 air pollution episodes in four European cities: Helsinki, London, Milan and Oslo. *Atmospheric environment*, 39(15), 2759-2773.
- Largerone, Y., & Staquet, C. (2016). Persistent inversion dynamics and wintertime PM10 air pollution in Alpine valleys. *Atmospheric Environment*, 135, 92-108.
- Lee, H.; Mayer, H.; W. Kuttler, W. (2020). Impact of the spacing between tree crowns on the mitigation of daytime heat stress for pedestrians inside E-W urban street canyons under Central European conditions. *Urban For. Urban Green.*, 48:126558
- Li, C., Wang, Z., Li, B., Peng, Z.-R., & Fu, Q. (2018). Investigating the relationship between air pollution variation and urban form. *Building and Environment*.
- Liu, Y.; Gao, C.; Lu, Y. (2017). The impact of urbanization on GHG emissions in China: the role of population density. *J. Clean. Prod.*, 157: 299-309.
- Lu, C., & Liu, Y. (2016). Effects of China's urban form on urban air quality. *Urban Studies*, 53(12), 2607–2623.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Ning, G., Wang, S., Yim, S. H. L., Li, J., Hu, Y., Shang, Z., Wang, J., and Wang, J.: (2018) Impact of low-pressure systems on winter heavy air pollution in the northwest Sichuan Basin, China, *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 13601–13615.
- Nosek, Š., Fuka, V., Kukačka, L., Kluková, Z., & Jaňour, Z. (2018). Street-canyon pollution with respect to urban-array complexity: The role of lateral and mean pollution fluxes. *Building and Environment*, 138(February), 221–234.
- Özşahin, E., Eroglu, I., & Pektezel, H. (2016). Kesan'da (Edirne) Hava Kirliliği/Air Pollution in Kesan (Edirne). *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (36), 83.
- Radzka, E. (2020). The effect of meteorological conditions on air pollution in Siedlce. *Journal of Ecological Engineering*, 21(1), 97-104.
- Rakowska, A.; Wong, KC.; Townsend, T. (2014). Impact of traffic volume and composition on the air quality and pedestrian exposure in urban street canyon. *Atmos. Environ.*, 98:260-270

- Ritz, B., & Yu, F (2000). Parkinson's disease mortality and pesticide exposure in California 1984–1994. *International Journal of Epidemiology*, 29(2): 323–329.
- Rodríguez, Algeciras, J. A., Gómez Consuegra, L., & Matzarakis, A (2016). Spatiotemporal study on the effects of urban street configurations on human thermal comfort in the world heritage city of Camagüey-Cuba. *Building and Environment*, 101, 85–101.
- Sari E.N., Yilmaz S., Yilmaz B.G. (2020). Definition of Pedestrian Friendly Street Parameters and Evaluation in the Case of Erzurum City. Pedestrians, Urban Spaces and Health Proceedings of the XXIV International Conference on Living and Walking in Cities (LWC, September 12-13, 2019, Brescia, Italy). Edited By Maurizio Tira, Michèle Pezzagno, Anna Richiedei, Taylor & Francis.
- Schatzmann, M., Leitl, B., Liedtke, J. (2000). Dispersion in urban environments- comparison of field measurements with wind tunnel results. *Environ. Monit. Assess.* 65, 249e257.
- Shi, Y., Xie, X., Fung, J. C. H., & Ng, E. (2018). Identifying critical building morphological design factors of street-level air pollution dispersion in highdensity built environment using mobile monitoring. *Building and Environment*, 128(November 2017), 248–259.
- Sindosi, O. A., Katsoulis, B. D., & Bartzokas, A. (2003). An objective definition of air mass types affecting Athens, Greece; the corresponding atmospheric pressure patterns and air pollution levels. *Environmental Technology*, 24(8), 947-962.
- Stone, B. (2008). Urban sprawl and air quality in large US cities. *Journal of Environmental Management* 86:688–98.
- Vardoulakis, S., Valiantis, M., Milner, J., & ApSimon, H. (2007). Operational air pollution modelling in the UK—Street canyon applications and challenges. *Atmospheric Environment*, 41(22), 4622-4637.
- Yavaş, M., Yilmaz S (2020). Climate Sensitive Urban Design Principles: The Case of Erzurum City. İklim Duyarlı Kentsel Tasarım İlkeleri: Erzurum Kenti Örneği. *Planlama* 2020;30(2):294–312
- Yilmaz, S.; Sezen, I.; Sari, EN., (2021a). The relationships between ecological urbanization, green areas, and air pollution in Erzurum/Turkey. *Environ Ecol Stat.*, 28, 733–759.
- Yilmaz, S., Mutlu B.E., Aksu A., Mutlu E., Qaid A., (2021b). Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (3):3672–3693.
- Yilmaz, S., Mutlu E., Yilmaz H. (2018). Alternative Scenarios For Ecological Urbanizations Using Envi-Met Model. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (26): 26307– 27.
- Yilmaz, S., Irmak, M. A., & Qaid, A. (2022). Assessing the effects of different urban landscapes and built environment patterns on thermal comfort and air pollution in Erzurum city, Turkey. *Building and Environment*, 109210.
- Yilmaz, S., & Öz, İ. S. (2004). Erzurum Kentinde Hava Kirliliğine Karşı Halkın Duyarlılığının Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 199–206.
- WHO (2021). Ambient air pollution- a major threat to health and climate. <https://www.who.int/airpollution/ambient/en>
- Zhang, Y. & Gu, Z., (2013). Air quality by urban design. *Nat. Geosci.*, 6: 506.
- Zhang, H., Xu, T., Zong, Y., Tang, H., Liu, X., & Wang, Y. (2015). Influence of Meteorological Conditions on Pollutant Dispersion in Street Canyon. *Procedia Engineering*, 121, 899–905.
- Zhou, C., Li, S., & Wang, S. (2018). Examining the impacts of urban form on air pollution in developing countries: A case study of China's megacities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8).

Using Ethanol Degradation as Accelerated Chemical Seed Ageing Indicator for Different cultivars of Soybean

Feni SHINTARIKA¹, **Achmad Yozar PERKASA^{*2}**, **Siti Rahmatika FADHILAH³**

¹Indonesian Agricultural Training Institute, 35142, Lampung, Indonesia

²Gunadarma University, Agrotechnology Dept. Depok, 16424, Indonesia

³Lampung State Polytechnic, Dep. Crop Sciences, 35141 Lampung, Indonesia

Abstract: Indonesia has a wide range of swampy lands that need to be recovered for safe agriculture. The swampy lands and vegetation are a source of soil contamination through root exudates that need serious improvement. The plant exudates in soil could disturb seed germination. This study aimed to determine the effect of ethanol vapor treatment on the decrease in the vigor of four soybean seed cultivars. This study used a randomized block design with two treatment factors, namely ethanol-based ageing treatments as the main factor and cultivars as subfactor. The observation variables consisted of the percentage of germination, growth rate, vigor index, sprout length and sprout dry weight. The results showed that there was an interaction effect between fast ageing time and ethanol treatments and soybean cultivars which caused a decrease in the seed vigor. The soybean seeds of the cv. Gema was able to maintain more vigor compared to the cv. Grobogan which experienced more decline in germination. The 5 minutes of ageing time induced fewer damages with the highest vigor while 20 minutes of ageing the seeds induced maximum damage with the lowest seed vigor.

Keywords: Ethanol degradation, germination, growth factor, seed ageing, soybean

Farklı Soya Fasulyesi Çeşitleri İçin Hızlandırılmış Kimyasal Tohum Yaşlanma Göstergesi Olarak Etanol Bozunmasının Kullanılması

Öz: Endonezya, sürdürülebilir tarımsal üretim için kurtarılması gereken çok çeşitli bataklık arazilere sahiptir. Bataklık araziler ve vejetasyon kök salgıları yoluyla toprak kirliliği kaynağı olup üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Topraktaki bu denli bitki kök salgıları çimlenmeyi etkilemektedir. Bu çalışmada, etanol buharı uygulaması ile dört soya fasulyesi çeşidinde tohum gücünün azalmasına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak iki faktörlü kurulan çalışmada ana faktör olarak etanol bazlı yaşlandırma uygulamaları alt faktör olarak ise çeşitler olacak şekilde çalışma yürütülmüştür. Çalışmada çimlenme değeri, büyüme oranı, vigor indeksi, fide uzunluğu ve fide kuru ağırlığı parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; hızlandırılmış yaşlanma zamanı ve etanol uygulamaları arasında önemli düzeyde interaksyon bulunmuştur ve soya fasulyesi çeşitlerinde tohum gücünde azalma tespit edilmiştir. Gema soya fasulyesi çeşidi çimlenme değerinde daha fazla düşüş gösteren Grobogan çeşidine kıyasla daha yüksek tohum vigor değeri ile ön plana çıkmıştır. Tohum yaşlandırma süresi 5 dakika olan uygulama ile tohum canlılığında daha az hasara yol açarak daha yüksek tohum gücü değerine ulaşılrken 20 dakika uygulaması ile en düşük vigor değeri elde edilerek tohum canlılığı bakımından en yüksek düzeyde hasara yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Etanol degradasyonu, çimlenme, büyüme faktörü, tohum yaşlılığı, soya fasulyesi

INTRODUCTION

Indonesian islands are inhabited by more than 28.000 species of flowering plants and swamps over an area of 23.000 square km². More than 20% or 40 million ha⁻¹ of the Indonesian land is classified as wetland and about 50% of it is peat swamp (Morley 1981, Lakitan et al. 2018). Most of these swamps are found in Papua, Sumatra, and Kalimantan. All this makes swampy lands not suitable for cultivation or make them marginal lands (Margono et al. 2014). The degradation or throwing of a large number of metabolites volatile organic compounds, acids phenols, alcohols, and metabolites contaminate these soils (Atagana et al. 2003, Levén et al. 2006) having deep chemical soil erosion and low fertility (Agus et al.1998). Halim et al.2007) with vast marginal lands (Hanson 2019). The recovery of these lands for agriculture is a difficult and time-consuming process. Seeds of many plant species degrade during sowing on these lands show poor growth or no growth at all due to rapid degradation and ageing ending up with non-uniform stand of crops (Shen-Miller et al. 1995) during sowing. Mangrove

swamps are extensively developed along the shallow seas on eastern Sumatra, Southern Kalimantan (Southern Borneo), and the southeastern segment of western New Guinea. Anaerobic metabolism in trees is more widespread than previously realized (Harry and Kimmerer 1991). All living tissue in trees can synthesize ethanol with limited oxygen supply (Kimmerer and MacDonald 1987; Kimmerer and Stringer 1988), but the quantities synthesized by a specific tissue vary considerably among species (Kimmerer and MacDonald 1987; MacDonald and Kimmerer 1993). The seeds viability is affected by genetic variations (Walters et al, 2005, Sasaki et al. 2015; Nagel et al. 2016; the effects of the environment and (Ellis et al. (1982) or treatments with chemicals from degraded plants during sowing (Li & Pritchard 2009) germination percentage, vigor detection,

*Corresponding Author:

achmad_yozar@staff.gunadarma.ac.id

The submitted date: October 31, 2022

The accepted date: February 8, 2023

and sprout length are the most common and visible features that are noticed after the ageing of the seeds. Ethanol degradation as an accelerated based chemical seed ageing indicator was tested for different cultivars of soybean (seed water content <10%).

Therefore the study aimed to estimate the degradation or ageing of soybean seeds belonging to different cultivars after treatment with ethanol for different durations of time.

MATERIAL AND METHOD

The materials used were four cultivars of soybean (Burangrang, Demas I, Grobogan, and Gema) obtained from the Indonesian Research Institute for Legumes and Tubers Plants, Malang, East Java. The seeds belonged to the crop of the 2016-17 season. A total number of 75 seeds divided equally into 5 replications containing 15 seeds per replicate were used in each seed treatment. The other materials used in the study were 96% ethanol, 20 × 30 cm jagged paper sheet, gauze, plastic wire sheets (streaming), label paper, distilled water, plastic sheets measuring 20 × 30 cm, and aluminum foil. The other equipment used was quick-wear tools, trays, scissors, erlenmeyer flasks, volume pipettes, petri dishes, germination, electric scales, ovens, rulers, and stationery.

The research activities were carried out from June to August 2017 in Lampung State Polytechnic Food Plant Laboratory.

Pre-Treatment and Accelerated Ageing Test on *Glycine max* L. Merrill

The seeds were selected manually screening pithy, defective, and wrinkled, seeds were discarded and not used in the study (Cargil et al. (2014)). The initial viability of the soybean seeds was tested using 1 mg per ml tetrazolium chloride, (Tetrazolium test) following the procedure of das Virgens et al. (2019) to evaluate seed viability. Random seed samples were taken from different seed lots and moistened for 3-4 hours. The moist seeds were left in the solution for 12 h to check the viability of the seeds. The seed samples turning red due to the formation of formazan were accepted viable. The results of this study were validated by checking the viability of seed lots that showed > 80% viability. These were selected to check the effects of ethanol evaporation. The results of this study were validated by carrying out their germination in rolled jagged papers using 75 seeds equally divided into five replications containing 15 seeds per bag (Figure 1 a, b, c).

Thereafter, the seeds of four cultivars Burangrang, Demas I, Grobogan, and Gema were treated for 0 (control treatment), 10, 15, 20, and 25 min with 96% ethanol at room temperature (24±1°C). Each of these were air-dried for 1 hour. These seeds were moistened and wetted with 3.5 ml of water daily and incubated in a Seed Germination Tool type 72-A/B at 25± 2°C with a 16h/8h light/dark photoperiod until they began to germinate. When 2mm of radicle were visible, they were counted germinated. Counting of the germination was stopped when all the seeds germinated or the seeds failed to germinate in the last 3 days.

This experiment used a randomized complete block design with two factors, using treatment duration as the main factor and soybeans cultivars as subfactor.

Germination Percentage

Germination is the percentage of total healthy seedlings after treatment. The observations were made twice, during seed germination. The germination percentage was calculated using the following formula based on Sadjad (1994):

$$\text{Percentage germination} = \frac{\text{Total number of germinated seeds}}{\text{total number of seeds}} \times 100$$

Growth Rate

$$\text{Growth rate} = \frac{\sum N}{\sum (n \times g)}$$

Where GR = Growth rate

n = n is the number of germinated seeds on a specific day

g = number of total germinated seeds (Ellis and Robert 1981).

Vigor Index

$$VI = S \times \sum (Gt/Dt)$$

was calculated following Zhu and Hong (2008), where

S = seedling height on the 7th day,

Gt is the number of germinated seeds in the "n th" day,

Dt is the number of days from the first day to the "n th" day).

The percentage of vigor index was observed in seedlings on the 7th day.

Sprout Dry Weight (g). The incubator temperature was set within 25± 1°C and the duration sprout dry weight was arranged at 3 × 24 hours.

Statistical Analysis

The data obtained were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA). If the results showed a significant difference, then the analysis was proceeded with the Duncan's Multiple Range Test. The level of statistical significance was all set at 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

Initial Viability Seed Testing

The research was conducted to determine the viability of seeds in each soybean cultivar. Tetrazolium test showed seed viability of 86%, 89%, 83%, and 93%. These results showed a confirmed high viability of the seeds. The seed germination tests validated the seed viability tests and ended up with an mean germination percentage of 88%, 90%, 84%, and 96% seed germination. Seed viability and seed germination tests showed that both tests supported each other. Therefore, it was decided to use all of them for ethanol treatment tests.

Effects of Ageing with 96% Ethanol Treatment on Soybean Seeds Germination

The best seed germination was noted on control treatments (Figure 1d). The germination percentage of cultivars varied significantly under the influence of ethanol treatment durations. cv. Burangrang, Demas I, Grobogan and Gema had germination percentage in range of 76.67 -86.00%, 77.33-92.67%, 64.86% and 86-96.67% (Table 1) confirming ageing of seeds with any ethanol treatment. Germination is the ability of seeds to grow into seedlings in an optimum

growing environment. Germination is a measure of the potential viability of seeds. The reaction between time duration and soybean cultivars had a significant effect on germination, growth rate, and vigor index. All cultivars showed maximum germination percentage without using ethanol. Each increase in the treatment period of ethanol-induced consistent decrease in the germination percentage. The minimum seed germination percentage was noted on 20

minutes treatment with ethanol. The least maximum and minimum germination percentage was noted on cv. Grobogan. The results confirm the findings of Widajati et al. (2013), which indicated that suboptimum conditions reduce the ability of seeds to grow and germinate.

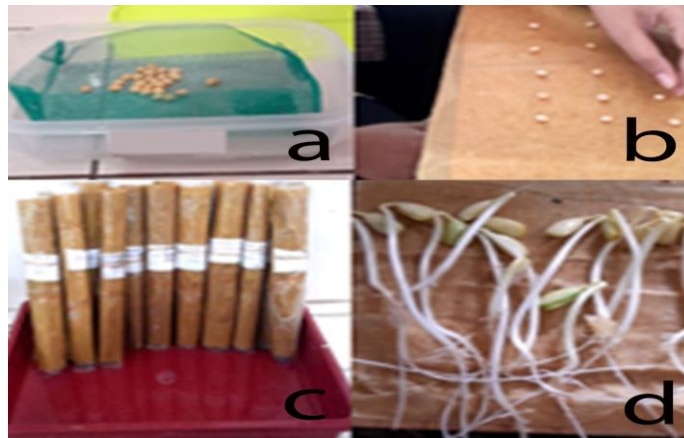


Figure 1. Seed ageing (a) treatment with alcohol (b) arranging seeds on jagged paper (c) role of seeds placed in jagged paper in the laboratory for germination (d) germinated seedlings on the control treatment

Table 1. The effect between time duration and soybean cultivars on germination, growth rate, and vigor index

Duration of treatment in minutes with ethanol vapors (96%)	Soybean cultivars			
	Cv. Burangrang	Cv. Demas I	Cv. Grobogan	Cv. Gema
Percentage of germination (%)				
Treatment Duration (min)				
0	86.00 bcd	92.67a	86.00 bcd	96.67 a
5	84.00 bcde	84.00 bcde	79.33 ef	94.67 a
10	81.33 def	82.67 cde	77.33 f	88.00 b
15	79.33 ef	79.33 ef	64.00 g	86.67 bc
20	76.67 f	77.33 f	64.00 g	86.00 bcd
Growth rate (% etmal ⁻¹)				
0	48.80 b	48.40 b	45.80 bc	54.20 a
5	47.20 bc	46.70 bc	45.03 bc	48.63 b
10	47.73 bc	45.60 bc	44.57 bc	48.80 b
15	46.97 bc	43.63 cd	38.53 ef	48.33 b
20	46.17 bc	40.57 de	35.73 f	47.17 bc
Vigor index (%)				
0	9.53 bcde	5.53 h	6.83 fg	6.37 g
5	10.17 abc	10.10 abc	10.37 ab	10.60a
10	9.77 abcde	9.70 abcde	9.53 bcde	8.97 e
15	9.93 abcd	9.40 cde	10.43 ab	9.10 de
20	7.20 fg	9.07 de	6.50 g	7.53 f

Note: means followed by the different letter within a column differ significantly at a 5% probability level of significance.

Growth Rate (% etmal⁻¹)

Growth rate had range of 46.17-48.80, 40.57-48.80, 35.73-48.50, 47.17-54.20 % using cv. Burangrang, Demas I, Grobogan and Gema in the same order. The minimum growth rate was noted for cv. Grobogan irrespective of the treatment period including control treatment. The growth rate percentage did not show significant differences between the duration of 5 and 10 minutes duration and non treated seeds (control treatment).

Germination Vigor

Excluding control treatment germination index ranged 7.20-10.17, 9.07-10.10, 6.50-10.37, and 7.53-10.60 using cv. Burangrang, Demas I, Grobogan and Gema in the same sequence.

Vigor index of cv. Burangrang in control treatment was lower compared to the other vigor indice treatments. Vigor index of cv. Demas I, and Gema in control treatments was lower compared to the vigor index for any duration of treatment.

Vigor index of cv. Grobogan was lower compared to the vigor index of 5-15 minutes treated seeds.

Germinated vigor confirms that ethanol is a weak acid disinfectant that damages and bleach cells of seed embryos. If they remain in contact for a longer time, ethanol damages metabolic activity in cell walls, cytoplasm, and nucleoplasm in direct proportion to the time of treatment (Maesaroh 2012).

A vigor index is the number of seedlings calculated in the first viability test. The vigor index would increase with increased germination of seedlings and vice versa (Copeland and McDonald 2001). According to the results, the highest and the minimum vigor index was noted on non treated seeds of cv. Gema, and cv. Gema is in the same order. If soybean seeds have high germination and vigor index they have high storage capacity. The high levels of protein and lipids also affect seed damage, especially if storage and sowing conditions are unfavorable (Tatipata 2008). This is with the characteristics of the cv. Grobogan, that has higher protein and fat content compared to 39.07% and 19.11% in cv. Gema.

Sprout Length (cm)

The analysis of variance results indicated (table 2) that the ageing time had a significant and variable effect on the sprout length. It was further noted that the 5 minute treatment had the highest sprout length value of 9.72 cm, which was significantly different between 15 minutes and 20 minutes of treatments. The minimum sprout length of 7.07 cm was found after treating the seeds for 20 minutes.

Table 2. Effect of ageing duration on sprout length

Treatment Duration (min)	Sprout Length (cm)	Critical Range
0	10.30 a	-
5	9.72 b	0.39
10	9.49 b	0.42
15	7.57 c	0.43
20	7.07 d	0.44

Note: The mean value marked with the same letter is not significantly different according to Duncan's multiple-distance test at the 5% level of significance.

Sprout length is the length of the sprout from the tip of the shoot crown to the tip of the sprouting roots (Sari et al. 2018). It can be seen (Table 2.) that the ageing time treatment affects the variable length of sprouts. In the 5 minute treatments with ethanol, the cultivars showed variable, values for each cultivar and the cultivar had the highest value (Kim et al. 1987; Sako et al. 2001). Hypocotyl length and root length are indicators of vigor because they are influenced by water content. Therefore, when afflicted with ethanol that enters cell walls along with water, it cause accumulation of ethanol in the cytoplasm and intra spaces in between seed cells that inhibit sprout growth and reduces root lengths.

Table 3. Effect of cultivars on sprout length

Treatment Duration (min)	Sprout length (cm)	Critical Range
0	8.76 b	0.37
5	8.94 b	0.36
10	8.22 c	0.39
15	9.41 a	-

Note: The mean value marked with the same letter is not significantly different according to Duncan's multiple-distance test at the 5% level of significance.

The analysis of variance results (Table 3) showed that the genotypes affected and influenced the induction of variable sprout length. It was noticed that the cultivars can withstand chemical obsolescence of 95% ethanol vapor. This can be seen from the ability of seeds dependent on genotypes to conserve their food reserves. Induction of sprout length with the highest value of 9.41 cm was noted on cv. Gema cultivar. The minimum sprout length value (8.22 cm) was observed on cv. Grobogan.

Chemical rapid ageing using 96% ethanol vapor is thought to damage functional proteins including enzymes and reduce seed germination (Dalapati 2012) by membrane leakage affecting the condition of the embryos and cotyledons of soybean seeds. The amount of organic and inorganic solutions that leave the cell induce a decrease in membrane integrity as a result of denaturation of the membrane of proteins (Sadiman et al. 2003). Denaturation of membrane proteins affects membrane permeability negatively ending up in reduced cellular activity causing the seedlings to slow down in their growth. Reduction or cessation of cellular activity reduces the observed number of viable seedlings; thereby, affecting germination, vigor index, and growth rate (Maesaroh 2012). In this study, seed agitation using 96% ethanol steam caused seed deterioration. The deterioration in the activity of cv. Grobogan was more prominent. This is presumably because of the initial viability of the cv. Grobogan was the lowest, while the cv. Gema had the highest germination percentage, accelerating growth and vigor index. Highly vigored seeds survive in extreme conditions compared to low vigored seeds, therefore. Dina-Hartati et al. (2006) indicated that the parameters that show an early decline in seed viability had a more sensitive and lower vigor index.

The results of the analysis of variance (Table 4) on the treatment of ethanol steam drying time and soybean cultivars on the observed variable length of sprouts showed that the these treatments significantly influenced seed germination. The 5 minutes treatment showed significantly variable differences among cultivars. The cv. Gema showed the highest (10.60 cm sprout length after 5 minutes ethanol treatment) and the cv. Grobogan showed the lowest sprout length value of 6.50 cm, after 20 minutes ethanol treatment.

Sprout Dry Weight (g)

Sprout dry weight can be seen in (table 4) and (table 5) showing that the treatment of ageing time and cultivar treatment had an effect on the sprout dry weight variably.

Table 4. Mean sprout length based on the interaction of ageing time with soybean cultivars

Treatment Duration (min)	Sprout Length (cm)			
	V1 (Burangrang)	V2 (Demas 1)	V3 (Grobogan)	V4 (Gema)
0	5.53 h	6.83 fg	6.37 g	9.53 bcde
5	10.10 abc	10.37 ab	10.17 abc	10.60 a
10	9.70 abcde	9.53 bcde	8.97 e	9.77 abcde
15	9.40 cde	10.43 ab	9.10 de	9.93 abcd
20	9.07 de	7.53 f	6.50 g	7.20 fg

Note: The mean value marked with the same letter is not significantly different according to Duncan's multiple-distance test at the 5% level of significance

The results of the analysis of variance (Table 5) showed that the ageing time greatly influenced the sprout dry weight of genotypes used in the study. The minimum dry weight of 1.14 g was noted on seeds treated with ethanol for 20 minutes, which was statistically similar to the other treatments excluding control treatment that was not treated with ethanol.

Table 5. Effect of ageing time on the dry weight of sprouts

Treatment Duration (min)	Dry Weight of Sprouts (g)	Critical Range
0	1.43 a	-
5	1.30 ab	0.15
10	1.25 b	0.16
15	1.16 b	0.17
20	1.14 b	0.17

Note: The mean value marked with the same letter is not significantly different according to Duncan's multiple-distance test at the 5% level of significance.

The results of the analysis of variance (table 6) showed that the cultivar affected the sprout dry weight variably. Based on the results of the DMRT, it was found that the Gema cultivar had the highest value of 1.38 g, approximately equivalent to the value obtained from cv. Demas and significantly different from the values obtained from cv. Grobogan. The cv. Grobogan had the minimum sprout dry weight.

Table 6. Effect of cultivar on sprout dry weight of sprouts

Treatment Duration (min)	Sprout Dry Weight (g)	Critical Range
0	1.30 cb	0.14
5	1.21 ab	0.14
10	1.13 c	0.15
15	1.38 a	-

Note: The mean value marked with the same letter is not significantly different according to Duncan's multiple-distance test at the 5% level of significance.

Sprout Dry Weight. The dry weight of sprouts of a plant reflects the accumulation of organic compounds which are the result of plant synthesis from organic compounds derived from the reshuffle of food reserves which are then rearranged into new cell constituents so that they contribute to the dry weight of the plant (Wijiono 2016). It can be seen in (table 4) and (table 5) that the treatment of ageing time on treated cultivars influenced the sprout dry weight variably depending on the corresponding genotypes. Grobogan had the lowest sprout dry weight. This is because the ethanol vapor absorbed by the seeds could have reduced the length of the hypocotyl and primary root length (Nugroho et al. 2013) thus affecting the sprout dry weights.

CONCLUSION

The results showed that the interaction effect between treatment duration (96% ethanol vapor) and soybean cultivars caused a decrease in the vigor of different soybean genotype seeds, as indicated by the variability in germination, accelerating growth, and vigor index. The results of the study meet the objectives of the study and indicate that alcohol can be successfully used to induce rapid chemical ageing in soybean seeds.

REFERENCES

- Agus, F., Gintings, A. N., Kurnia, U., Abdurachman, A., Poel, P (1998). Soil erosion research in Indonesia: experience and future direction. *Soil erosion at multiple scales: principles and methods for assessing causes and impacts.*, 255-267.
- Atagana, H. I., Haynes, R. J., & Wallis, F. M. (2003). Optimization of soil physical and chemical conditions for the bioremediation of creosote-contaminated soil. *Biodegradation*, 14(4), 297-307.
- Cargil, C., Mahalaya, S., Soplanit, A., Syahputra, A.T., Kossay, L., Mujid, N., Isman, Lynos, G., Prabawardani, S., Ginting, E., Glatz, P., Putra, M., Dwita, D.A., Rumarbar, M.K. Rengil, J.B., dan Ellen, A.K (2014) Summary of Teaching Materials for Farmer Training. Plant Cultivation Techniques and Animal Production. International Potato Center (CIP) ISSN 1447-090X (online) Canberra, Australia.

- Copeland LO, McDonald MB (2001) Principles of Seed Science and Technology. 4th ed. New York (US): Kluwer Academic Publisher.
- Dalapati A (2012) Detection of the vigor of upland rice (*Oryza sativa* L.) seed storage using the fast ageing method [thesis]. Bogor (ID): Bogor Agricultural University.
- das Virgens, P. B. S., Conceição, T. A., Barbosa, R. M (2019). Tetrazolium test to evaluate viability and vigour in *Genipa americana* seeds. *Seed Science and Technology*,47(3): 307-318.
- Dina-Hartati ME, Tukiman, Ismiatun. (2006) Seed vigor testing: analysis and prospects for application in Indonesia. *Vigor*. 4 (4): 13-20.
- Ellis RA, Roberts EH (1981) The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. Tech.* 9: 373-409.
- Ellis, R. H., Osei-Bonsu, K., Roberts, E. H (1982). The influence of genotype, temperature and moisture on seed longevity in chickpea, cowpea and soya bean. *Annals of Botany*,50(1): 69-82.
- Halim, R., Clemente, R. S., Routray, J. K., Shrestha, R. P (2007). Integration of biophysical and socio-economic factors to assess soil erosion hazard in the Upper Kaligarang Watershed, Indonesia. *Land degradation & development*,18(4): 453-469.
- Hanson, A. J (2019). Transmigration and marginal land development. In *Agricultural and rural development in Indonesia* (pp. 219-235). Routledge.
- Harry, D. E., Kimmerer, T W (1991). Molecular genetics and physiology of alcohol dehydrogenase in woody plants. *Forest ecology and management*, 43(3-4), 251-272.
- Kim, S. H., Copeland, L. O., Baalbaki, R (1987). The use of multiple tests in predicting the vigor of soybean seeds. *Korean Journal of crop science*,32(3): 268-276.
- Kimmerer, T. W., MacDonald, R C (1987). Acetaldehyde and ethanol biosynthesis in leaves of plants. *Plant Physiology*,84(4): 1204-1209.
- Kimmerer, T. W., Stringer, M A (1988). Alcohol dehydrogenase and ethanol in the stems of trees: evidence for anaerobic metabolism in the vascular cambium. *Plant Physiology*,87(3): 693-697.
- Lakitan, B., Hadi, B., Herlinda, S., Siaga, E., Widuri, L. I., Kartika, K., ... Meihana, M (2018). Recognizing farmers' practices and constraints for intensifying rice production at Riparian Wetlands in Indonesia. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 85: 10-20.
- Levén, L., Nyberg, K., Korkea-Aho, L., Schnürer, A (2006). Phenols in anaerobic digestion processes and inhibition of ammonia oxidising bacteria (AOB) in soil. *Science of the Total Environment*, 364(1-3): 229-238.
- Li, D. Z., Pritchard, H W (2009). The science and economics of ex situ plant conservation. *Trends in Plant Science*, 14(11): 614-621.
- MacDonald, R. C., Kimmerer, T W (1993). Metabolism of transpired ethanol by eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.). *Plant Physiology*, 102(1): 173-179.
- Maesaroh S (2012) Estimation of the shelf life of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Lines resulting from gamma ray irradiation using the fast ageing method. Thesis. Bogor Agricultural Institute. Bogor.
- Margono, B. A., Bwangoy, J. R. B., Potapov, P. V., Hansen, M C (2014) Mapping wetlands in Indonesia using Landsat and PALSAR data-sets and derived topographical indices. *Geo-spatial Information Science*, 17(1): 60-71.
- Morley, R J (1981) Development and vegetation dynamics of a lowland ombrogenous peat swamp in Kalimantan Tengah, Indonesia. *Journal of Biogeography*, 383-404.
- Nagel, M., Kodde, J., Pistrick, S., Mascher, M., Börner, A., Groot, S P (2016) Barley seed aging: genetics behind the dry elevated pressure of oxygen ageing and moist controlled deterioration. *Frontiers in Plant Science*,7:388.
- Nugroho, A. E., Malik, A., Pramono, S (2013) Total phenolic and flavonoid contents, and in vitro antihypertension activity of purified extract of Indonesian cashew leaves (*Anacardium occidentale* L.). *International Food Research Journal*, 20(1).
- Sadiman I, Soedradjat R, Subandi (2003) Identification of the deterioration rate of soybean seeds through electrical conductivity and seed viability. *Agrijournals*. 8 (2): 38-49.
- Sadjad, S (1993) From Seed To Seed. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 133 p.
- Sako, Y., McDonald, M. B., Fujimura, K., Evans, A. F., Bennett, M A (2001) A system for automated seed vigour assessment. *Seed Science and Technology*,29(3): 625-636.
- Sari H, Pramono E, Ermawati (2018) Effect of Accelerated Ageing Intensity on Viability of Sorghum (*Sorghum bicolor* [L] .Moench.) Seed Varieties UPCA dan Pahat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 18(1).
- Sasaki, K., Sakamoto, S., Uchida, H., Shigeta, T., Matsunami, M., Kanazawa, H., Kasahara, M (2015) Two-step transplantation for primary hyperoxaluria: A winning strategy to prevent progression of systemic oxalosis in early onset renal insufficiency cases. *Pediatric Transplantation*,19(1):1-6.
- Shen-Miller, J., Mudgett, M. B., Schopf, J. W., Clarke, S., Berger, R (1995) Exceptional seed longevity and robust growth: ancient sacred lotus from China. *American Journal of Botany*, 82(11): 1367-1380.
- Tatipata A (2008) Effect of initial moisture content, packaging, and storage time on membrane proteins in soybean seed mitochondria. *Bul. Agron*. 36: 8-16.
- Walters, C., Hill, L. M., Wheeler, L J (2005) Dying while dry: kinetics and mechanisms of deterioration in desiccated organisms. *Integrative and Comparative Biology*, 45(5): 751-758.
- Widajati E, Murniati E, Palupi ER, Kartika T, Suhartanto MR, Qadir A (2013) Basic Seed Science and Technology. Bogor (ID): IPB Pr.
- Wijiono R (2016) Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Mutagen EMS (*Ethyl Methane Sulfonate*) Terhadap

Petumbuhan Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dering
1. Skripsi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana
Malik Ibrahim Malang. Malang.

SHINTARIKA F, PERKASA AY, FADHILAH SR
Zhu S Y, Hong D L. (2008) Comparison between two hybrid
cultivars of indica rice (*Oryza sativa* L.) in seed vigor
and biochemical traits after ageing. Chinese J. Eco-
Agric. 16(2): 396-400.

Salda Gölü Tabiat Parkı'nın Rekreatyoneel Taşıma Kapasitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

İpek Melisa ÖZMEKİK*¹ , Tendü Hilal GÖKTUĞ 

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın, Türkiye

Öz: Türkiye'de rekreasyon/turizm etkinlikleri kapsamında en fazla tercih edilen korunan alanlardan biri de tabiat parklarıdır. Ayrıca, flora ve fauna toplulukları için önemli yaşam alanları olan göller, estetik öneme sahip rekreatyoneel açıdan popüler alanlardır. Salda Gölü Tabiat Parkı, benzersiz kumları ile hassas bir ekolojik yapıya sahip, Türkiye'nin en önemli tabiat parklarından biridir. Tabiat Parkı'nın ziyaretçi sayısı her geçen gün önemli ölçüde artmaktadır. Bu sebeple hem Salda Gölü'nün hem de Salda Gölü Tabiat Parkı'nın sürdürülebilirliğinin parkın rekreatyoneel taşıma kapasitesi ile yakından ilişkili olduğu düşünülerek Salda Gölü Tabiat Parkı'nın Fiziksel Taşıma Kapasitesi (FTK), Gerçek Taşıma Kapasitesi (GTK) ve Etkin Taşıma Kapasitesi (ETK) analizleri gerçekleştirilmiştir. Mevcut ziyaretçi sayıları ile FTK karşılaştırıldığında hafta içi (1168 ziyaretçi/gün) kullanımların fiziksel kapasiteyi aşmadığı ancak hafta sonu kullanımların (2070 ziyaretçi/gün) fiziksel kapasitenin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Mevcut imkânlar (mevcut personel, altyapı, üstyapı ve tesisler) dâhilinde fiziksel kapasitenin ancak %62'sinin kullanılabileceği bu sebeple ETK'nin daha düşük olduğu görülmüştür. FTK'nın üzerinde kullanımların önüne geçebilmek için rezervasyon sistemlerinin ve diferansiyel ücretlendirme politikalarının geliştirilmesi önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Rekreatyoneel taşıma kapasitesi, Salda Gölü, Ziyaretçi yönetimi, Tabiat parkları

A Study on the Determination of the Recreational Carrying Capacity of Salda Lake Natural Park

Abstract: One of the most preferred protected areas within the scope of recreation/tourism activities in Turkey is natural parks. In addition, lakes, which are important habitats for flora and fauna communities, are recreationally popular areas of aesthetic importance. Salda Lake Nature Park is one of the most important nature parks in Turkey with its unique sands, a sensitive ecological structure. The number of visitors to the Nature Park is increasing day by day. For this reason, considering that the sustainability of both Salda Lake and Salda Lake Nature Park is closely related to the recreational carrying capacity of the park, the Physical Carrying Capacity (FTK), Actual Carrying Capacity (GTK) and Effective Carrying Capacity (ETK) of the Salda Lake Nature Park analyzes were carried out. When the current visitor numbers are compared with the FTK, it has been determined that weekdays (1168 visitors/day) do not exceed the physical capacity, but weekend uses (2070 visitors/day) are above the physical capacity. It has been observed that only 62% of the physical capacity can be used within the existing facilities (existing personnel, infrastructure, superstructure, and facilities), so the ETK is lower. It has been suggested to develop reservation systems and differential pricing policies in order to prevent overuse of the FTK.

Keywords: Recreational carrying capacity, Salda Lake, Visitor management, Natural parks

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi, ulaşım imkânlarının artması, dijitalleşme ile birlikte tanıtım olanaklarının çoğalması ve boş zaman dilimindeki artış insanların el değmemiş, korunan alanlarda gerçekleştirilebilecek rekreatyoneel faaliyetlere ulaşmasını kolaylaştırmıştır (Say, 2003). Türkiye'de rekreasyon/turizm etkinlikleri kapsamında en fazla tercih edilen korunan alanlardan biri de bitki örtüsü veyaban hayatı bakımından zengin olan tabiat parklarıdır (Anonim, 1983). Türkiye'de toplam 262 adet tabiat parkı bulunmaktadır (Anonim, 2022). Önemli tatlı su kaynakları olan göller, kompakt bir yapıya sahiptir ve sahip olduğu doğal kaynakları ile çok çeşitli rekreatyoneel faaliyetlere imkan sağlayan cazibe merkezlerindedir (Ceylan ve Bulut, 2019; Daubariene, 2009: 77; Dokulil, 2014:81). Son yıllarda göllerin en çok tercih edilmesinin sebebi spor, eğlence, yüzme, balık tutma gibi rekreatyoneel faaliyetler olmuştur ve her geçen gün göllere talepler artmaktadır (Daubariene, 2009: 78). Ancak rekreatyoneel ve turizm taleplerinin her geçen gün giderek

artması korunan alanlar ve göller gibi yüksek biyolojik çeşitlilik içeren alanların doğal kaynakları üzerinde ciddi baskılara hatta bozulmalara sebep olmaktadır. Bununla birlikte artan ziyaretçi sayıları sebebi ile oluşan kalabalık ve değişen doğal doku ziyaretçilerin beklentilerini karşılayamamakta ve rekreatyoneel deneyim ve kalitesini düşürmektedir (Gökтуğ ve ark., 2013). Bu sebeple özellikle korunan alanlarda koruma- kullanma dengesinin sağlanması ve ziyaretçi memnuniyetinin optimum düzeylerde tutulabilmesi için rekreatyoneel taşıma kapasitelerinin analiz edilmesi oldukça önemlidir (Gökтуğ ve ark., 2013). Rekreatyoneel taşıma kapasitesi, korunan alanlarda hangi tip rekreatyoneel faaliyetlere ve hangi yoğunluk seviyelerinde izin verilebileceği, mevcut koşulların sürdürülebilirliği konularında bilgi veren bir yöntemdir

*Sorumlu Yazar: 2111600106@stu.adu.edu.tr

Geliş Tarihi: 11 Kasım 2022

Kabul Tarihi: 7 Haziran 2023

(Cole2004, Whittaker et. al. 2010). Çalışma alanı olarak seçilen Salda Gölü Tabiat Parkı hassas bir ekolojik yapıya sahip olup, Türkiye'nin en önemli tabiat parklarından biridir. Tabiat Parkı'nın ziyaretçi sayısı her geçen gün önemli ölçüde artmaktadır. Bu sebeple Salda Gölü Tabiat Parkı'nın sürdürülebilirliğinin parkın rekreatif taşıma kapasitesi ile yakından ilişkili olduğu düşünüldükçe Salda Gölü Tabiat Parkı'nın fiziksel, gerçek ve etkin taşıma kapasitesi analizleri gerçekleştirilmiş, ziyaretçi yönetim araçları tanımlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Salda Gölü Tabiat Parkı Akdeniz Bölgesi'nin Burdur ili Yeşilova ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Tabiat parkının koordinatları 37°31'14"33' kuzey enlemi ile 29°40'52"93' doğu boylamı arasındadır. Salda Gölü'nün ülkedeki konumu Şekil 1'de verilmiştir. Salda Gölü'nün yer aldığı Yeşilova ilçesinin batısında Denizli ili, kuzeyinde Afyonkarahisar, doğusunda Burdur ve güneyinde ise Antalya ili bulunmaktadır. Salda Gölü, Burdur ilinin merkezine 64 km uzaklıkta yer almaktadır ve Yeşilova ilçesinin Burdur'a uzaklığı 60 km'dir (Doğa Araştırmaları Derneği, 2020). Salda Gölü ve çevresi, 1989'da 1. derece Doğal Sit olarak tescil edilmiş, 1992 yılında ise Salda Gölü çevresindeki bazı lokasyonlar 2. derece Doğal Sit olarak tescil edilmiştir. 2012 yılında mesire yeri olarak kullanılan göl çevresindeki 120 dekar alan ise Salda Gölü Tabiat Parkı olarak ilan edilmiştir. 2019 yılında ise Tabiat Parkı'nın

büyüklüğü 570 dekara çıkarılmıştır (Anonim, 2022). Çalışmada kullanılan yöntemlerin akış şeması Çizelge 1.'de sunulmuştur.

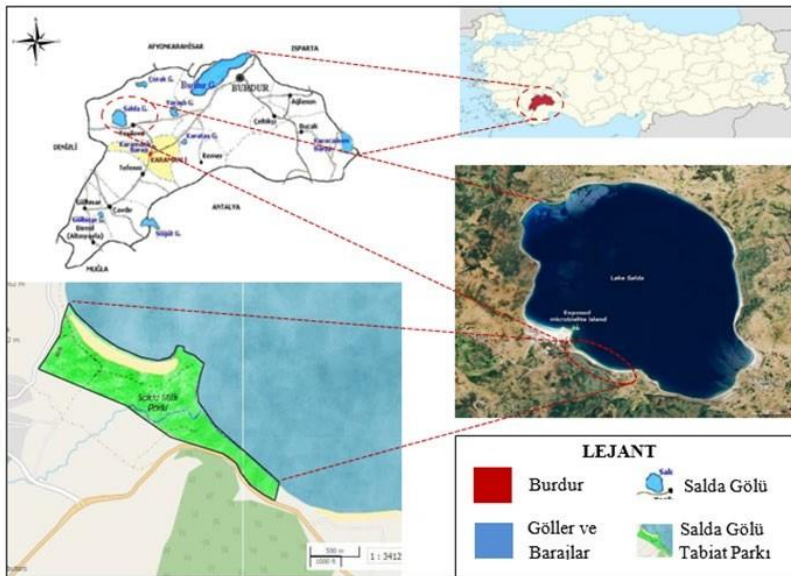
Konunun Belirlenmesi ve Literatür Araştırmaları:

Hedeflenen çalışma çıktılarına etkin bir şekilde ulaşabilmek amacı ile literatürde meydana gelen en son gelişmelerin izlenmesi için geniş çaplı bir literatür araştırması yapılmıştır. **Mevcut Durum Analizi:** Göl ve çevresindeki doğal ve kültürel kaynak değerleri ile ilgili bilgiler toplanmış, gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile mevcut rekreatif olanaklar tespit edilmiş, rekreatif konularının büyüklükleri saptanmıştır.

Fiziksel, Gerçek ve Etkin Taşıma Kapasitesi Analizleri:

Çalışmada, Salda Gölü Tabiat Parkı'nın plajı ve piknik alanının Fiziksel, Gerçek ve Etkin Taşıma Kapasiteleri Ceballos- Lascrain, 1996'nın geliştirdiği "Korunan Alanlar Taşıma Kapasitesi Tahmin Yöntemi" ile analiz edilmiştir. Yöntemde yer "ziyaretçi başına düşen piknik/plaj alanı" büyüklüklerini belirlemede Mesire Yerleri Uygulama Tebliği ile Florida Çevre Koruma Bölümü Rekreatif ve Parklar Bölümü Ziyaretçi Taşıma Kapasitesi Kılavuzu referans alınmıştır.

Fiziksel Taşıma Kapasitesi (FTK): Büyüklüğü belirli olan bir rekreatif alanına, belirli bir zaman aralığında rekreatif faaliyetin çeşidine göre "fiziksel" olarak sığabilecek maksimum ziyaretçi sayısını ifade etmekte olup Çizelge 2'deki formülle hesaplanmaktadır.



Şekil 1. Salda Gölü Tabiat Parkı konum haritası

Çizelge 1. Yöntem akış şeması

YÖNTEM AKIŞ ŞEMASI	
Çalışma Konusunun Belirlenmesi ve Literatür Araştırmaları	
Mevcut Durum Analizi	
Fiziksel, Gerçek ve Etkin Taşıma Kapasitesi Analizleri	
Analizlerin Sentezlenmesi ve Ziyaretçi Yönetim Araçlarının Tanımlanması	

Çizelge 2. Fiziksel Taşıma Kapasitesi (FTK)Formülü

FTK=A x Z/a x Rf - Fd1- Fd2Fdn
FTK: Fiziksel taşıma kapasitesi
A: Alan (Ziyaretçilerin kullanımı için mevcut alan veya patika)
Z/a: Ziyaretçi/alan (Ziyaretçi başına düşen alan veya patika uzunluğu)
Rf =gs/zs: Rotasyon faktörü= Bir alanın günlük açık olduğu süre/ Bir ziyaretin ortalama süresi
Fd: Her bir faktör için hesaplanan fiziksel düzeltme değeridir.

Çizelge 3. Gerçek Taşıma Kapasitesi (GTK) Formülü

GTK = FTK – Df1- Df2..... Dfn		
Df = Ds / Dt x 100		
Df: Düzeltme faktörü	Ds: Değişkenin sınırlayıcı değeri	Dt: Değişkenin toplam değeri
GTK = FTK x (100 – Df1 / 100) x (100 – Df2 / 100) x.....x (100 – Dfn / 100)		

Çizelge 4. Etkin Taşıma Kapasitesi (ETK) Formülü

ETK = GTK x YK
YK=MY/İY x 100
YK: Yönetim Kapasitesi
Yönetim Kapasitesi = $\frac{(Mevcut Altyapı + Mevcut Üstyapı + Mevcut Tesisler + Mevcut Personel)}{(Değişkenlerin Alabileceği Toplam Maksimum Puan)}$

Gerçek Taşıma Kapasitesi (GTK): Bir alanda izin verilen maksimum ziyaret sayısı olup, alanın belirli negatif özelliklerinden elde edilen düzeltme faktörlerinin FTK'dan matematiksel olarak çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Bu düzeltme faktörleri çevresel, ekolojik, biyofiziksel, yönetsel ve sosyal değişkenlerden elde edilmektedir. Bu formüle göre ETK'nın hesaplanabilmesi için öncelikle düzeltme faktörlerinin hesaplanması gerekmektedir. Düzeltme faktörleri, ziyareti engelleyen veya kısıtlayan faktörlerin sınırlayıcı değerleri ile toplam değerleri arasındaki ilişkinin enterpolasyon yöntemiyle hesaplanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Alan için geçerli olan tüm düzeltme faktörleri hesaplandıktan sonra bunlar daha önce hesaplanmış olan FTK'den matematiksel olarak çıkarılır. Yüzde değer olarak ifade edilen düzeltme faktörleri formülde Çizelge 3'teki gibi yerine koyulur.

Etkin Taşıma Kapasitesi (ETK): Bir alanın, mevcut yönetim kapasitesine göre kaldırabileceği maksimum ziyaretçi sayısıdır (Ceballos and Lascrain 1996). Formüle göre ETK, daha önce hesaplanmış olan GTK'nın yönetim kapasitesiyle (YK) çarpımıdır. YK, koruma alanı yönetiminin görev ve hedeflerini yürütebilmesi için gereken koşulların toplamıdır. Bu çalışmada ETK hesaplarında, ölçülebilir nitelikte ve direkt olarak rekreasyon kalitesi ile ilişkili olan altyapı, üstyapı ve tesisler ve personel olmak üzere 3 değişken YK hesaplarında kullanılacaktır. YK Çizelge 4'teki formül ile hesaplanmaktadır.

Analizlerin Sentezlenmesi ve Ziyaretçi Yönetim Araçlarının Tanımlanması: Gerçekleştirilen analizler doğrultusunda

alana özgü ziyaretçi yönetim araçları geliştirilmiş ve tanımlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma Alanındaki Mevcut Rekreasyonel Alan Kullanımları

Salda Gölü Tabiat Parkı; sınırları içerisinde bisiklet gezileri, fotoğrafçılık, kampçılık, olta balıkçılığı, hiking ve kuş gözlemciliği ile macera tutkunlarının gerçekleştirebileceği aktiviteleri içerisinde bulundurmaktadır (Anonim, 2020). Kumsalı ve piknik alanları, Salda Gölü'nde dikkat çeken yerlerdendir. Plajın arkası ormanlık alan ile çevrilidir. Bu durum plajın doğal turistik çekiciliğini arttırmaktadır. Plaj, Tabiat Parkı sınırları içerisinde yer almaktadır, girişler kontrollü ve ücretlidir. Tabiat Parkı'nda büfe, restoran, ziyaretçi merkezi ve çocuk parkı bulunmaktadır. Parkta serbest şekilde ateş yakmak ve çadır kurmak yasaktır. Salda Gölü Tabiat Parkı'ndaki piknik ve plaj alanları özellikle yaz aylarında yerli ve yabancı turistler tarafından oldukça fazla talep edilmektedir. Günlük ortalama 600 araç Tabiat Parkı'na giriş yapmaktadır. Çizelge 5'te 2021 yılı ziyaretçi sayılarına ait veriler bulunmaktadır. Tabiat Parkına giriş ve çıkışlar kontrol altındadır. Park içerisinde ateşli kullanıma izin verilen ve sadece ateşsiz kullanımlar için ayrılmış iki farklı mekân bulunmaktadır. Salda Gölü Tabiat Parkı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü'nden alınan verilere göre girişlerin kontrollü olduğu ve belirli bir ücret karşılığında ziyaretlerin gerçekleştirildiği bilinmektedir. Çalışma konusu kapsamında değerlendirilen, Salda Gölü Tabiat Parkı rekreasyonel alanlar ve özellikleri Çizelge 6'da maddeler halinde verilmiştir.

Çizelge 5. 2021 yılı ziyaretçi sayılarına ait veriler

Sınıf	Ziyaretçi Sayısı
Temmuz Ayı	57257
Ağustos Ayı	62304
25 Temmuz 2021 (Pazar Günü)	2070
14 Temmuz 2021 (Çarşamba Günü)	1168

Çizelge 6. Salda Gölü Tabiat Parkı ve plaj alanı fiziksel özellikleri ile tesis özellikleri

	Ateşsiz Kullanım Alanı	Ateşli Kullanım Alanı
Fiziksel Özellikler		
Plaj Uzunluğu (m)		520
Plaj Alanı (m ²)		16.200
Piknik Alanı (m ²)	35.000	11.000
Toplam Rekreatiyon Alanı (m ²)		62.200
Tesis Özellikleri		
Gözetleme Kulesi/Cankurtaran		0
Otopark (m ²) /Taşıt Sayısı	230 otomobil, 4 Otobüs	
Kafeterya		1
Soyunma Kabini		20
Duş/Adet		4
Şezlong Takım Ücretsiz		0
Şezlong Takım Ücretli		0
Çeşme/Musluk Sayısı		5
Piknik Masası		200
WC bina/Adet	4 (Kafeterya içi dahil)	
Çöp Kutusu		50

Salda Gölü Tabiat Parkı'nın Rekreatiyonel Taşıma Kapasitelerinin Hesaplanması

Fiziksel Taşıma Kapasitesi (FTK): Tabiat parkı plaj ve piknik alanlarının FTK'nin belirlenmesinde gerekli olan özellikler Çizelge 7'deki gibidir.

Çizelge 7. FTK formülünde kullanılan Salda Gölü Tabiat Parkı plaj ve piknik alanlarının özellikleri

FTK Değişkenleri	Piknik Alanları		Plaj Alanı
	Ateşsiz Kullanım Alanı	Ateşli Kullanım Alanı	
Piknik Alanı Büyüklüğü	35.000	11.000	16.200
Z/a: Kişi Başı Optimum Kuru Plaj Alanı (kişi/m ²)		1/350	1/50
Zs: Bir ziyaretin ortalama süresi		6 saat	
gs: Plaj ve Piknik Alanlarının Ortalama Kullanım Süresi		10 saat (9.00- 19.00)	
Rf: Rotasyon Faktörü		1,7	

Piknik Alanı Büyüklüğü: Arazi çalışmalarında piknik yapmaya elverişli olan alanlar tespit edilmiş, koordinatları alınarak Google -Earth Pro'ya işlenmiş ve alan büyüklükleri tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Salda Gölü Tabiat Parkı rekreatiyonel alan haritası

Plaj Alanı Büyüklüğü: Sahil şeridinde, gölün hemen kıyısından başlayarak genişliği 50-80 metre arasında değişen

beyaz kumla kaplı alan, plaj alanı büyüklüğüne dahil edilmemiştir. Bu alan ile piknik alanı arasındaki sahil kısmı

plaj alanı olarak alınmıştır. Ateşli kullanım alanında sahil yapısı rekreasyonel kullanımlara elverişli olmadığından dolayı hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Bir Piknik Ünitesi İçin Gerekli Alan Büyüklüğü (5 kişi/m²):

Florida Çevre Koruma Dairesi Başkanlığı Rekreasyon ve Parklar Şubesinin Yayınladığı Ziyaretçi Taşıma Kapasitesi Kılavuzu (2005)'nda korunan kırsal ve yarı kırsal alanlarda bu oran 1.000 m² alana 2 ila 4 piknik masası olarak bildirilmiştir. Mesire yerleri teknik şartnamesinde ise piknik alanlarında aile birimi (5 kişi)'ne alanın özelliklerine göre 200-350 m² kullanma alanı tanımlanmıştır. Bu çalışmada söz konusu kılavuzlar referans olarak alınmış, alanın doğal kaynaklarının özellikleri göz önüne alınarak Z/a değeri 1/350 olarak belirlenmiştir.

Kişi Başı Optimum Kuru Plaj Alanı (kişi/m²): Florida Çevre Koruma Dairesi Başkanlığı Rekreasyon ve Parklar Şubesinin

Yayınladığı Ziyaretçi Taşıma Kapasitesi Kılavuzu (2005)'nda korunan kırsal ve yarı kırsal alanlarda bu oran 1/20- 1/50 m² olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada söz konusu taşıma kapasitesi kılavuzu referans olarak alınmış, alanın doğal kaynaklarının özellikleri göz önüne alınarak 1/50 değeri kullanılmıştır.

Bir Ziyaretin Ortalama Süresi: Arazi çalışmaları sırasında 100 ziyaretçi ile gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde alanı ortalama 6 saat kullandıkları tespit edilmiştir.

Plaj ve Piknik Alanlarının Ortalama Kullanım Süresi: Park gece 24'e kadar açıktır. Ancak piknik yapma, göl ve güneş banyosu aktiviteleri genel olarak hava kararınca sona ermektedir. Bu sebeple 9.00-19.00 saat aralığı alınmıştır. Bu verilere göre piknik alanlarının ve plaj alanının anlık kapasitesi ve fiziksel taşıma kapasitesi Çizelge 8'deki gibidir.

Çizelge 8. FTK formülünde kullanılan Salda Gölü Tabiat Parkı plaj ve piknik alanları

	Ateşsiz Kullanım Alanı	Ateşli Kullanım Alanı	TOPLAM
Anlık kapasite (piknik alanı) (ziyaretçi)	500	157	657
Anlık kapasite (plaj alanı) (ziyaretçi)	324	-	324
Anlık kapasite (TOPLAM)(ziyaretçi)	824	157	981
Fiziksel taşıma kapasitesi (piknik alanı) (ziyaretçi/gün)	850	267	1117
Fiziksel taşıma kapasitesi (plaj alanı) (ziyaretçi/gün)	551	-	551
Fiziksel taşıma kapasitesi (TOPLAM)(ziyaretçi/gün)	1401	267	1668

Gerçek Taşıma Kapasitesi (GTK): Tabiat parkı, plaj ve piknik alanlarının GTK'nin belirlenmesinde kullanılan değişkenler Çizelge 9 ve Çizelge 10'da sunulmuştur.

Çizelge 9. Salda Gölü Tabiat Parkı piknik alanlarının GTK değişkenleri

Salda Gölü Tabiat Parkı Piknik Alanlarının GTK ile İlgili Özellikleri	
S1: Sıcaklığın $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olduğu gün sayısı	182,10
Y: Yağışın $\geq 0.1\text{mm}$ olduğu yıllık ort. gün sayısı	80,71
YS: Ort. yağış süresi	3 saat
F: Ort. fırtınalı gün sayısı (rüzgar hızı $\geq 17.2\text{m/s}$)	10,25
FS: Fırtınanın etkili olduğu süre 4 saat	4 saat
gs: Piknik alanlarının ziyarete açık olduğu günlük süre	10 saat
ys: Piknik alanlarının ziyarete açık olduğu yıllık gün sayısı	365
as: Piknik alanlarının ziyarete açık olduğu yıllık ay sayısı	12

Çizelge 10. Salda Gölü Tabiat Parkı plaj alanı GTK değişkenleri

Salda Gölü Plajlarının GTK ile İlgili Özellikleri	
S1: Sıcaklığın $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olduğu gün sayısı	121,25
Y: Yağışın $\geq 0.1\text{mm}$ olduğu yıllık ort. gün sayısı	80,71
YS: Ort. yağış süresi (saat)	3 saat
F: Ort. fırtınalı gün sayısı (rüzgâr hızı $\geq 17.2\text{m/s}$)	10,25
FS: Fırtınanın etkili olduğu süre	4 saat
gs: Plajların ziyarete açık olduğu günlük süre (saat)	10 saat
ys: Plajların ziyarete açık olduğu yıllık gün sayısı	365
as: Piknik alanlarının ziyarete açık olduğu yıllık ay sayısı	12

Yeşilova'ya ait iklimsel veriler ve alan özellikleri göz önünde bulundurularak Salda Gölü Tabiat Parkı'nın piknik alanları ve plaj alanları için kullanım yoğunluklarını yıl içerisinde sınırlandırarak düzeltme faktörleri tespit edilmiştir (Çizelge 11 ve 12). Sıcaklık güneşlenme için en önemli kısıtlama

faktörü olup, güneşlenme için sıcaklığın 25°C 'den fazla olması beklenmektedir. Piknik alanlarında da sıcaklık önemli olup, plaj alanlarından farklı olarak sıcaklığın $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olduğu günler uygun günler olarak alınmaktadır.

Çizelge 11. Salda Gölü Tabiat Parkı piknik alanı Df hesapları ve GTK

Salda Gölü Tabiat Parkı Piknik Alanlarının GTK İle İlgili Özellikleri	Df (Düzeltilme Faktörü) = $D_s / D_t \times 100$
Rahatsız eden soğuk hava faktörü (Dfs2) $D_s = y_s - S1$ $D_t = y_s$	50,11 (%50,11)
Yağış Düzeltme Faktörü (Dfy): $D_s = Y \times YS$ $D_t = y_s \times g_s$	6,63 (%6,63)
Fırtına Düzeltme Faktörü (Dff): $D_s = F \times FS$ $D_t = y_s \times g_s$	1,12 (%1,12)

Çizelge12. Salda Gölü Tabiat Parkı plaj alanı Df hesapları ve GTK

Salda Gölü Tabiat Parkı Plajının GTK ile İlgili Özellikleri	Df (Düzeltilme Faktörü) = $D_s / D_t \times 100$
Rahatsız eden soğuk hava faktörü (Dfs2) $D_s = y_s - S1$ $D_t = y_s$	66,78 (%66,78)
Yağış Düzeltme Faktörü (Dfy): $D_s = Y \times YS$ $D_t = y_s \times g_s$	6,63 (%6,63)
Fırtına Düzeltme Faktörü (Dff): $D_s = F \times FS$ $D_t = y_s \times g_s$	1,12 (%1,12)

Bu verilere göre Salda Gölü Tabiat Parkı'ndaki piknik ve plaj alanlarına ilişkin gerçek taşıma kapasitesi değerleri Çizelge 13'de sunulmuştur.

Etkin Taşıma Kapasitesi (ETK): Salda Gölü Tabiat Parkı'nda 2 güvenlik görevlisi, 3 üst yönetim personeli olmak üzere

toplam 40 personel hizmet vermektedir. Park yönetimi ile yapılan görüşmeler ile personel sayısı ve niteliği değerlendirilmiştir. Bu verilere göre Salda Gölü Tabiat Parkı ETK değerleri ise Çizelge 14'deki gibidir.

Çizelge 13. Salda Gölü Tabiat Parkı gerçek taşıma kapasitesi değerleri (GTK)

Ateşsiz Kullanım Piknik Alanı GTK (ziyaretçi/yıl)	142.902(ziyaretçi/yıl)
Ateşli Kullanım Piknik Alanı GTK	44.888 (ziyaretçi/yıl)
Plaj Alanı GTK (ziyaretçi/yıl)	61.682 (ziyaretçi/yıl)
TOPLAM GTK (ziyaretçi/yıl)	249.472 (ziyaretçi/yıl)

Çizelge 14. Salda Gölü Tabiat Parkı YK değişkenleri

Salda Gölü Tabiat Parkı	Puan (0 =hiç yok, 4= çok yeterli)
Altyapı	
Atık Su Yönetimi	1
Paratoner	0
Yollar	4
İçme Suyu Kaynağı	3
Katı Atık Yönetimi	2
Ortalama	2
Üstünyapı ve Tesisler	
Kafeterya/Market	4
WC	3
Bilgilendirme Levhaları	2
Uyarıcı Levhalar	2
Şemsiye/Şezlong	0
Duş	2
Soyunma Kabini	3
Otopark Alanı	4
Cankurtaran	2
Gözetleme Kulesi	2
Ortalama	2,4
Mevcut Personel	
Personel Sayısı ve Niteliği	3
Güvenlik	3
Ortalama	3

Yukarıdaki verilere göre YK 0,62 olarak hesaplanmıştır. Salda Gölü Tabiat Parkı'ndaki piknik ve plaj alanlarına ilişkin etkin taşıma kapasitesi değerleri ise Çizelge 15'de sunulmuştur.

Çizelge 15. Salda Gölü Tabiat Parkı etkin taşıma kapasitesi değerleri (ETK)

Ateşsiz Kullanım Piknik Alanı ETK (ziyaretçi/yıl)	88.599 (ziyaretçi/yıl)
Ateşli Kullanım Piknik Alanı ETK	27.831 (ziyaretçi/yıl)
Plaj Alanı ETK (ziyaretçi/yıl)	38.243 (ziyaretçi/yıl)
TOPLAM ETK (ziyaretçi/yıl)	154.653 (ziyaretçi/yıl)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada Salda Gölü Tabiat Parkı içerisinde yer alan plaj ve piknik alanının FTK, GTK ve ETK'leri hesaplanmıştır. FTK piknik alanları için 1117 ziyaretçi/gün, plaj için ise 551 ziyaretçi/gün hesaplanmıştır. Piknik ve plaj alanlarını kullanan ziyaretçilerin ayrı bireyler olduğu varsayılırsa toplam FTK'nin 1668 ziyaretçi/gün olduğu söylenebilir. Ancak gelen ziyaretçilerin bir kısmı hem plaj hem de piknik alanını kullanabilmektedir. Bu sebeple Salda Gölü ve benzeri korunan alanlarda yönetimce kapasiteye bir sınırlandırma getirilmeden önce ziyaretçiler ile anket çalışmaları ve yerinde gözlemlerle ziyaretçinin ziyareti boyunca hangi rekreasyonel faaliyetleri hangi zaman aralığında gerçekleştirildiği oransal olarak tespit edilmelidir. Mevcut ziyaretçi sayıları ile FTK karşılaştırıldığında hafta içi (1168 ziyaretçi/gün) kullanımların FTK'yi aşmadığı ancak hafta sonu kullanımların (2070 ziyaretçi/gün) FTK'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

GTK 249.472 (ziyaretçi/yıl) olarak saptanmıştır. GTK aslında yıl içerisinde ziyaretleri kısıtlayan veya tamamen engelleyen faktörlerin göz önüne alınması ile ortaya çıkan tahmini bir değerdir. Bu faktörler bu çalışmada ele alınan iklimsel özellikler olabileceği gibi, alan içerisinde mevcut olan ekosistemin korunması bağlamında rekreasyonel faaliyetlerden dolayı flora ve fauna varlığının etkilenebileceği hassas dönemler (yaban hayatının üreme dönemleri vb.) de olabilir. GTK, yıllık elde edilecek gelir ve giderlerin hesaplanması, alana yapılacak yatırımların değerlendirilmesi hususunda alan yöneticilerine kolaylık tanımaktadır.

ETK'nin hesaplamasında kullanılan YK'nin 0,62 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum mevcut imkânlar (mevcut personel, altyapı, üstyapı ve tesisler) dâhilinde FTK'nin ancak %62'sinin kullanılabileceğini ifade etmektedir.

Sonuç olarak, mevcut kullanımların hafta içinde FTK'nin üzerinde olmadığı ancak hafta sonlarında kısmen fiziksel kapasitenin üzerinde olduğu, alanda başta altyapı olmak üzere mevcut personel sayısının ve niteliğinin de güçlendirilmesi ile ziyaretçilere daha etkin bir hizmet verilebileceği anlaşılmıştır.

Kapasite üzerinde kullanımların azaltılması yönünde Salda Gölü Tabiat Parkı'nın yoğun talep gördüğü yaz aylarında, özellikle hafta sonlarında online rezervasyon sisteminin kullanılmasının etkili bir yöntem olacağı düşünülmektedir. Bu yönetim aracı, ziyaretçiler tarafından en çok tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır (Fleming ve Manning, 2015). Rezervasyon alırken ilk gelen, ilk hizmet veren ve büyük tur grupları gibi çeşitli önceliklerin yapılması

uygulamada eşitlik ve adaleti artırabilir. Ayrıca online rezervasyon sistemini bilmeyen veya kullanamayan ziyaretçiler için bazı izinler giriş kapısında satın alınan biletler ile alınabilmektedir (Milman, 2019).

Ayrıca farklı ücretlendirme politikaları benimsenerek, özellikle hafta sonları ile dini ve milli bayramlarda günümüzde uygulanan politikaların aksine ekolojik hassasiyetler gözetilerek ücret artışları yapılabilir. Çoğu milli parkta giriş ücretlerinin arttırılması, ziyaret sayısını etkin bir şekilde azaltmaktadır. Ayrıca ziyaretçilere alınan ücretlerin diğer milli parkların veya tabiat parklarının fiyatları ile karşılaştırılarak anlatılması, toplanan bu ücretlerin yeni rekreasyon fırsatlarının geliştirilmesinde aktif rol oynadığının vurgulanması ve sağlanan olanakların maliyetinin raporlanması, halkın ücretleri kabul etme konusunda gösterdiği tolerans düzeyini de artırmaktadır (Manning ve Lime 2000).

Bununla birlikte Salda Gölü Tabiat Parkı'nın Uzun Devreli Gelişim Planı 2020 yılında tamamlanmıştır. Ancak henüz Ziyaretçi Yönetim Planı yapılmamıştır. Özellikle Salda Gölü gibi hassas ekosistemlere sahip korunan alanların sürdürülebilirliğini sağlamak ve ziyaretçilere güzel bir deneyim sunabilmek için taşıma kapasitesi tabanlı ziyaretçi yönetim planlarının hazırlanması önemlidir. Pek çok gelişmiş ülkede yer alan milli parklar ve diğer korunan alanlar ziyaretçi yönetim planları dâhilinde alınan kurallar ve kararlar çerçevesinde yönetilmekte ve ayrıca düzenli olarak izleme çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada sadece konu fiziksel boyutu ile değerlendirilmiştir. Ancak taşıma kapasitesi analizleri tabanlı yapılacak ziyaretçi yönetim planı kapsamında konunun sosyal, ekolojik ve ekonomik boyutları ile ele alınması, bu kapsamda göl, kıyı ve kara ekosistemi üzerindeki ekolojik baskıların ve ziyaretçi memnuniyetinin analiz edilmesi ve fayda- maliyet analizlerinin yapılması yönetim kararlarının sağlıklı bir şekilde verilebilmesi için büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim (1983) Milli Parklar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 12.10.2022).
- Anonim (2020) Salda Gölü'nün Yüzülebilir Plajları, <https://www.saldagolu.com/> (Erişim Tarihi: 12.10.2022).
- Anonim (2022) Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 12.10.2022).

- Ceballos-Lascurain H (1996) *Tourism, Ecotourism, and Protected Areas: The State of Nature-Based Tourism Around the World and Guidelines for its Development*. Gland: IUCN.
- Ceylan, S., Bulut, İ (2019) Salda Gölü özel çevre koruma bölgesinde turizm baskısı, koruma ve sürdürülebilirlik. *Türk Coğrafya Dergisi*, (73), 79-89.
- Cole D N (2004) *Carrying Capacity and Visitor Management: Facts, Values and the Role of Science*. in: Harmon, D., Kilgore, B. M. & Vietzke, G. E. (Eds.). *Protecting Our Diverse Heritage: The Role of Parks, Protected Areas, and Cultural Sites*, P 43-46. Hancock.
- Daubariene J (2009) *The Influence of Lakes on the Tourism Development in Utena County*, *Sociālo Zinātņu Žurnāls* Nr. 1(2): 77-86.
- Doğa Araştırmaları Derneği (2020) *T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Salda Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Sosyoekonomik Analiz Çalışması ve Taşıma Kapasitesinin Belirlenmesi Projesi*
- Dokulil MT (2014) *Environmental Impacts of Tourism on Lakes, Inside* (Eds: A.A. Ansari, S.S. Gill) *Eutrophication: Causes, Consequences and Control*. Springer Science+Business Media,8188.
- Fleming C M, Manning M (2015) *Rationing access to protected natural areas: An Australian case study*. *Tourism Economics* 21(5):995-1014.
- Göktuğ T H, Yıldız N D, Demir M, Bulut Y (2013) *Taşıma kapasitesi kuramının milli parklarda oluşum- gelişim ve modellenme süreci*. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(2): 195-206.
- Manning R E, Lime D W (2000) *Defining and managing the quality of wilderness recreation experiences*. In *Wilderness science in a time of change conference— Vol. 4: Wilderness visitors, experiences, and visitor management*, ed. D. N. Cole, S. F. McCool, W. T. Borrie, and J. O'Loughlin (comps.), 13–52. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Milman A (2019) *Visitor management in highly-visited attractions: Lessons that practitioners can learn from the US theme park industry and the national parks* In *Overtourism: Tourism Management and Solution* ed. H. Pechlaner, E. Innerhofer, and G. Erschbamer, 104–124. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Say Ö (2003) *20. Yüzyılda Yaşanan Sosyal Değişme Dinamikleri ve Kültürel Çözümler Açısından Küreselleşme*. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, (28): 61-76.
- Whittaker D B, Shelby R, Manning D C, Haas G (2010) *Capacity Reconsidered: Finding Consensus and Clarifying Differences*. National Association of Recreation Resource Planners, Marienville, Pennsylvania.

Kentsel YüzeY Sıcaklığı ve Mavi-Yeşil Altyapı İlişkisi: Karşıyaka Örneği

Ahsen Tuğçe YÜKSEL*¹, Çiğdem COŞKUN HEPCAN²

¹Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir, Türkiye

Öz: Mavi-yeşil altyapı (MYA) iklim değişikliğine bağlı yüksek sıcaklıkları ve bu sıcaklıkların neden olduğu kentsel ısı adası etkilerini azaltmaktadır. Bu araştırmada İzmir kenti Karşıyaka ilçesindeki MYA' nın arazi yüzeY sıcaklığı (AYS) üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanının 2022 yaz aylarına ait (Haziran, Temmuz, Ağustos) yüzeY sıcaklıkları AYS indeksi ve buna bağlı ısı adası etkisi ise ısı alanı yoğunluk indeksi (HFI) kullanılarak hesaplanmıştır. Karşıyaka MYA birimleri arasından belirlenen farklı özelliklere sahip örnek alanların 100, 200 ve 300 metre uzaklıktaki tampon bölgelerindeki soğutma etkileri park cooling intensity (PCI) indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Bulgular Karşıyaka'daki yaz aylarına ait ortalama yüzeY sıcaklıklarının maksimum 46,66 °C, minimum 29,59 °C ve kent genelinde yüksek ısı alanı yoğunluk indeksinin fazla olduğunu göstermektedir. Örnek MYA birimleri arasında en yüksek soğutma etkisi 100, 200 ve 300 metre tampon bölgelerde sırayla 1,16 °C, 1,42 °C, 2,17 °C en düşük değerler 0,23 °C, 0,14 °C ve 0,17 °C olarak hesaplanmıştır. Yüksek soğutma etkilerini yoğun taç örtüsüne sahip MYA birimleri oluşturmuştur. Örnek birimler arasında bitki örtüsü zayıf olan 2 ve 7 nolu açık alanların soğutma etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: mavi-yeşil altyapı, yüzeY sıcaklığı, soğutma etkisi, Karşıyaka

The Relationship Land Surface Temperature and Blue-Green Infrastructure: The Case of Karsiyaka

Abstract: Blue green infrastructure (BGI) reduces the high temperatures associated with climate change and the urban heat island effects. This study aimed to determine the effect of BGI on land surface temperature (LST) in Karsiyaka district, İzmir. The surface temperatures of the study area for the summer months of 2022 (June, July, and August) were calculated with the LST index using Landsat 8 satellite images. The associated heat island effect was obtained with the heat field intensity index (HFI). The cooling effects of the 100, 200 and 300 meters buffer zones of sample BGI areas that have different characteristics were calculated using the park cooling intensity. Results determined that high-temperature areas are predominant throughout the city. The maximum average surface temperature is calculated at 46.66 °C, and minimum average surface temperature is calculated at 29.59 °C in Karsiyaka for summer months in Karsiyaka. The highest cooling effect was calculated as 1.16 °C, 1.42 °C, 2.17 °C in the 100 m, 200 m, and 300 m buffer zones, respectively, with the lowest values 0.23 °C, 0.14 °C and 0.17 °C. Blue green infrastructure units with dense canopy cover created high cooling effects. It was determined that among the sample units open spaces with little or no vegetation (sample 2 and 7) did not have cooling.

Keywords: blue-green infrastructure, surface temperature, cooling effect, Karsiyaka

GİRİŞ

Küresel ölçekte nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak kentleşmenin artması, doğal peyzajların yok olmasıyla birlikte birçok çevresel ve ekolojik bozulmalara neden olmaktadır (Zhang ve ark., 2018). Kentleşme sürecinde doğal ve yarı doğal peyzajlar geçirimsiz yüzeylerle kaplanmaktadır. Kentlerde binaların ve geçirimsiz yüzeylerin artması mevcut ve gelecekteki kentler için çeşitli tehditler oluşturarak kentsel termal ortamı da değiştirmektedir (Liu ve ark., 2018). Bu değişim, kentlerde ölçülen sıcaklıklarının çevrelerindeki kırsal ve doğal alanlara göre daha yüksek olduğunu ifade eden kentsel ısı adası etkisinin ana nedeni olarak kabul edilmektedir (Yao ve ark., 2020). Kentsel ısı adası etkisi özellikle yüksek ısı dalgaları sırasında insan sağlığı ve kentsel yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Piracha ve Chaudhary, 2022). Yüksek sıcaklık değerleri ve kentsel ısı adası etkisi doğrudan ve dolaylı olarak biyoçeşitliliğin azalmasına, sıcaklıkların şiddetlenmesine, enerji ve su kullanımlarının ve hava kirliliğinin artmasına neden olabilmektedir (Syahira ve ark., 2021).

İklim değişikliğine yönelik tahminler sıcaklıkların artacağı ve sıcak hava dalgalarının sıklığında artış olacağını göstermektedir. Dünya Meteoroloji Örgütü verilerine göre 2022'deki küresel ortalama sıcaklık sanayi öncesi ortalamasının yaklaşık 1,5 °C üzerindedir. Son sekiz yıl içinde (2015-2022 yılları arasında) küresel sıcaklık rekorları görülmüş ve 2022 Avrupa kıtasında yaşanan en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiştir (WMO, 2022). Yüksek sıcaklıkların kentlerde çok sayıda can kaybının yaşanmasına yol açtığına yönelik kayıtlar bulunmaktadır örneğin Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre Avrupa' da yaşanan sıcak hava dalgaları 2003 yılında 70.000, 2022 yılında ise 15.000'in üzerinde kişinin yaşamını yitirmesine neden olmuştur (WHO, 2022). İklim değişikliğiyle birlikte kentsel ısı adasının canlı yaşamı ve

*Sorumlu Yazar: ahsentugceyuksele@gmail.com

Bu makale yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Geliş Tarihi: 5 Aralık 2022

Kabul Tarihi: 7 Haziran 2023

kentsel sistemler üzerindeki olumsuz etkilerinin daha da artması beklenmektedir (IPCC, 2022). Bu durum kentsel termal çevre ve ısı adası etkilerine yönelik çalışmaların önemini artırmaktadır. Yüksek sıcaklığın kentler üzerindeki etkilerini hafifletmek, sürdürülebilir ve yaşanabilir kentler oluşturmak için gri ve mavi-yeşil altyapılara yönelik çeşitli yaklaşımlar geliştirilmektedir (MacLachlan ve ark., 2021). Kentsel ısı adası etkisini ve yüksek yüzey sıcaklıklarını azaltmaya yönelik çalışmalarda yeşil altyapı ve kentsel bitki örtüsünün, yüksek albedo özelliğine sahip malzemelerin (güneş radyasyonunu büyük ölçüde yansıtma yeteneğine sahip açık renkli yüzeyler) kullanılması gibi gri altyapıya yönelik uygulamalara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir (O'Malley ve ark., 2015). Mavi altyapı yüksek emisyon özellikleriyle yüzey sıcaklıklarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Li ve ark., 2022). Mavi altyapılar özellikle sıcak dönemlerde yakın çevrelerinde kentsel serin adalar oluşturarak soğutma etkisi sağlamaktadır (Du ve ark., 2017).

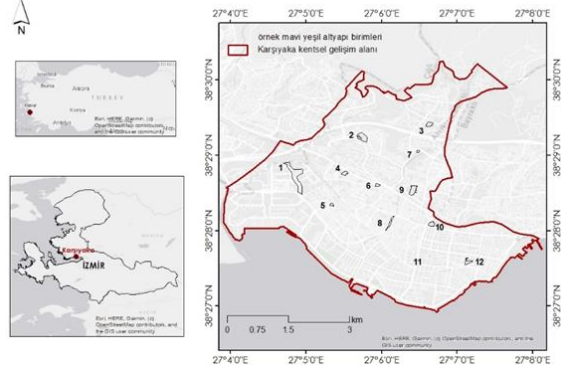
Yeşil alanların iç sıcaklığının çevre sıcaklığına göre 1-2 °C daha düşük olduğu, bu sıcaklık farkının 4-7 °C' ye kadar çıkabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Pramanik ve Punia, 2019). Soğutma etkisi farklı iklim koşullarına, coğrafi konuma, mekânsal ve karakter özellikleri bağlı olarak doğal ve antropojenik etkilere göre değişiklik gösterebilmektedir (Şentürk ve Mert, 2022) Değişkenlere rağmen MYA kentsel termal ortamının iyileştirilmesinde etkili bir yaklaşım olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Li ve ark., 2022) Kentsel ısı adası hava ve AYS verileri aracılığıyla tahmin edilebilir. AYS tahminleri uzamsal olarak çeşitli sıcaklık analizlerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Yüzey kentsel ısı adası olgusu kentsel ısı adasının dolaylı bir tahmini olarak ifade edilmektedir (Marando ve ark., 2022). AYS temelli çalışmalar sağladıkları avantajlar nedeniyle küresel ve bölgesel ölçekte çeşitli analizlerin yapılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (H-García ve A-Díaz, 2022). İklim değişikliğinin yüksek sıcaklığa bağlı etkileri İzmir kentinde de belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Kentte yaşanan sıcak hava dalgalarında son 20 yılda belirgin artış görülmektedir (MGM, 2022). Bu çalışmada İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki MYA'nın AYS üzerindeki etkisi ne düzeydedir sorusuna cevap aranması, MYA birimlerinden seçilen örnek alanların yüksek sıcaklık tehlikesine karşı işlevlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Alanı

Araştırma alanını İzmir kentinin merkez kıyı ilçelerinden biri olan Karşıyaka (38°30' - 38°26' N ve 27°4'-27°8' E) ilçesinin 18,09 km² büyüklüğündeki kentsel gelişme alanı içinde kalan MYA oluşturmaktadır (Şekil 1). Karşıyaka kentsel gelişim alanında MYA birimleri kentin %24' lük bölümünü oluşturmaktadır (Yüksel, 2022). MYA'nın kentsel yüzey sıcaklığını azaltma etkisinin değerlendirilmesi amacıyla MYA içinde farklı karakteristiklere sahip örnek alanlar

tanımlanmıştır. Landsat uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen yüzey sıcaklık verisinde piksel boyutunun 30 m x 30 m olması nedeniyle bu çalışmada 900 m² ve üzeri büyüklükteki MYA birimleri arasından farklı sınıflara ait 12 birim (3 bahçe, 5 park, 1 mezarlık, 3 açık alan) örnek alan olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Örnek alanların kentin yapı alanı içinde homojen dağılım göstermesine dikkat edilmiş, denizin yüksek serinletici etkisi bulunması nedeniyle kıyı kesiminden seçim yapılmamıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı

Çizelge 1. Mavi yeşil altyapı birimleri ve özellikleri.

Mavi yeşil altyapı birimi	Mekânsal Özellikleri
1. Peynircioğlu Deresi Halk Parkı	Peynircioğlu deresi kıyısı ve çevresinde bulunan yoğun taç örtüsüne sahip kent parkı
2. Açık alan	Zayıf otsu bitki örtüsüyle kaplı açık alan
3. Şehit Komutan N. Vesugay Parkı	Ayrık nizam yapı adaları arasında bulunan, zayıf taç örtüsüne sahip park
4. Açık alan	Bitişik nizam yapı adaları arasında bulunan yoğun taç örtüsüne sahip açık alan
5. Bahçe	Bitişik nizam yapılar arasında bulunan taç örtüsüne sahip konut bahçesi
6. Serinkuyu Kayalar Kent Mezarlığı	Yoğun trafiğe sahip otoyol kenarında ve bitişik nizam yapı adalarının arasında bulunan; yoğun bitki ve taç örtüsüne sahip mezarlık
7. Açık alan	Kent geneline göre daha yeni ve yüksek yapılar arasında bulunan, bitki örtüsüne sahip olmayan açık alan
8. Tuncel Kurtiz Parkı	Bostanlı deresi kıyısında doğrusal formu, koridor özelliği gösteren zayıf bitki örtüsüne sahip park
9. Bahçe	Ayrık nizam yapı adasında, yoğun bitki örtüsüne ve taç örtüsüne sahip kamu bahçesi
10. 80. Yıl Cumhuriyet Parkı	Yoğun bitki örtüsüne ve taç örtüsüne sahip park
11. Girne Kültür Parkı	Geniş geçirimsiz yüzeylerle kaplı, zayıf bitki örtüsüne sahip park
12. Bahçe	Ayrık nizam yapı adasında kamu binasına ait, yoğun bitki örtüsüne sahip bahçe

Karşıyaka'nın yıllık ortalama sıcaklık değeri 17,9 °C olup Temmuz ayı ortalama en yüksek sıcaklığa (33,2 °C), ocak ayı en düşük sıcaklığa (5,8 °C) sahiptir. Akdeniz ikliminin görüldüğü ilçede yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 84,2'dir. En çok yağış sonbahar ve ilkbahar (Ekim–Mart) periyodunda görülürken yıllık toplam yağış miktarı 713,8 mm'dir (MGM, 2022).

Yöntem

Araştırmanın ana materyalini yüksek mekânsal çözünürlüklü WorldView-2 (0.5 m MS) uydu görüntüsünden yararlanılarak üretilmiş MYA haritası (Yüksel, 2022) ile 2022 yılı Haziran (05.06.2022 ve 20.06.2022) Temmuz (17.07.2022 ve 31.07.2022) ve Ağustos (08.08.2022 ve 16.08.2022) Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüleri oluşturmaktadır.

Araştırmada izlenen yöntem, çalışma alanının yüzey sıcaklığı ile kentsel ısı adası yoğunluk indeksinin belirlenmesi ve MYA birimleri arasından seçilen birimlerin soğutma etkilerinin belirlenmesi olarak iki ana aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi Yüzey Sıcaklığı

Araştırmada kentlerde sıcaklıkların ve ısı adası etkisinin en yoğun görüldüğü yaz ayları dikkate alınarak 2022 Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarına ait Landsat 8 uydu görüntüleri üzerinden AYS verisi elde edilmiştir. AYS indeksi, Landsat 8 termal bantlarından parlaklık sıcaklığı için Band 10; Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) için Band 4 (RED) ve Band 5 (NIR) kullanılarak hesaplanmıştır (Ünal Çilek, 2022). Hesaplama sürecinde literatürde geçen adımlar izlenmiştir (Akyürek, 2020; Kumar ve ark., 2022).

Piksel Değerinin (DN) Spektral Parlaklık Değerine Dönüştürülmesi (TOA)

Landsat 8 termal bandı (Band 10) piksel değeri (DN) eşitlik 1 kullanılarak TOA atmosfer üstü spektral ışımaya değerine dönüştürülmüştür.

$$TOA = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (\text{Eşitlik 1})$$

TOA=spektral parlaklığı, M_L =banda özüğü yeniden ölçeklendirme faktörü (Band10: 0.0003342)

Spektral Parlaklık Değerinin Parlaklık Sıcaklığına Dönüştürülmesi (BT)

Işıma değeri (TOA) atmosfer parlaklık sıcaklığına dönüştürülmüştür (Eşitlik 2).

$$BT = K_2 / \ln(K_1 / L + 1) - 273,15 \quad (\text{Eşitlik 2})$$

BT=parlaklık sıcaklık değeri, $K_1 = 774,88$; $K_2 = 1321,07$ termal dönüşüm sabitleri

Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksinin (NDVI) Hesaplanması

Yakın kızıl ötesi (NIR) Band 5 ve kırmızı (Red) Band 4 üzerinden bitki örtüsü oranının belirlenmesinde bir gösterge olan NDVI değeri hesaplanmıştır (Eşitlik 3).

$$NDVI = (Band5 - Band4) / (Band5 + Band4) \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Bitki Örtüsü Oranının (Pv) Belirlenmesi

NDVI ile ilişkili olan bitki örtüsü oranı (Eşitlik 4) ve Pv ile ilişkili yüzey emisyon oranı (ϵ) hesaplanmıştır (Eşitlik 5).

$$((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))^2 \quad (\text{Eşitlik 4})$$

$$\epsilon = 0,004 \times P_V + 0,986$$

(Eşitlik 5)

Arazi Yüzey Sıcaklığının (AYS) Belirlenmesi

Parlaklık sıcaklığı ve yüzey emisyon oranı kullanılarak AYS hesaplanmıştır (Eşitlik 6).

$$LST = (BT / (1 + (0,00115 \times BT / 1,4388) \times \ln(\epsilon))) \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Isı Alanı Yoğunluk İndeksi

Isı alan yoğunluk indeksi (HFI), termal alanların yüksek ve düşük sıcaklık değerlerini içeren bölgelerinin daha belirgin bir şekilde yansıtılması ve ısı adası yoğunluk derecelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Gao ve ark., 2019). Bu araştırmada Karşıyaka'nın ısı alanı yoğunluk indeksi Eşitlik 7 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$HFI = \frac{T_i - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \quad (\text{Eşitlik 7})$$

T_i = Yüzey sıcaklığı, T_{max} = Alandaki en yüksek sıcaklık, T_{min} = Alandaki en düşük sıcaklık

Soğutma Yoğunluğunun Belirlenmesi

Bu çalışmada kentsel MYA'nın soğutma etkilerinin belirlenmesinde gösterge olarak Park Cooling Intensity (PCI) kullanılmıştır. PCI belirlenen kentsel yeşil alan sınırları içindeki ve dışındaki sıcaklık farkını hesaplamaktadır (Eşitlik 8) (Hanif ve ark., 2022).

$$PCI = \Delta T = T_{dış} - T_{iç} \quad (\text{Eşitlik 8})$$

$T_{dış}$ = alan sınırları dışındaki belirli tampon bölgedeki ortalama yüzey sıcaklığı; $T_{iç}$ = alan sınırları içindeki ortalama yüzey sıcaklığı

Bu sıcaklık farkı hava veya yüzey sıcaklığı olabilir. Bu çalışmada sıcaklık ortalama yüzey sıcaklığı farkı olarak belirlenmiştir. MYA birimleri için PCI hesaplaması belirli mesafeleri içine alan tampon bölgeler için yapılmaktadır. Bu çalışmada seçilen örnek MYA birimlerinin birbirine maksimum yaklaşık 600 m olması nedeniyle bu birimler çevresindeki tampon alanlar 100, 200 ve 300 m olarak belirlenmiştir. 300 m genişliğinde tampon alanlar MYA'ların dışındaki sıcaklık değerlerini içine almaktadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Arazi Yüzey Sıcaklığı

Kentin 2022 yılı yaz ayları dönemine ait ortalama yüzey sıcaklığı maksimum 46,66 °C, minimum 29,59 °C olarak belirlenmiştir. Kentin yüzey sıcaklığı kentin güneyinde bulunan kıyı şeridinden iç kesimlerine doğru artmaktadır. Özellikle kent merkezinde ve kentin kuzeyinde yüzey sıcaklığının yoğunlaştığı alanlar bulunmaktadır (Şekil 2a).

Isı Alanı Yoğunluk İndeksi

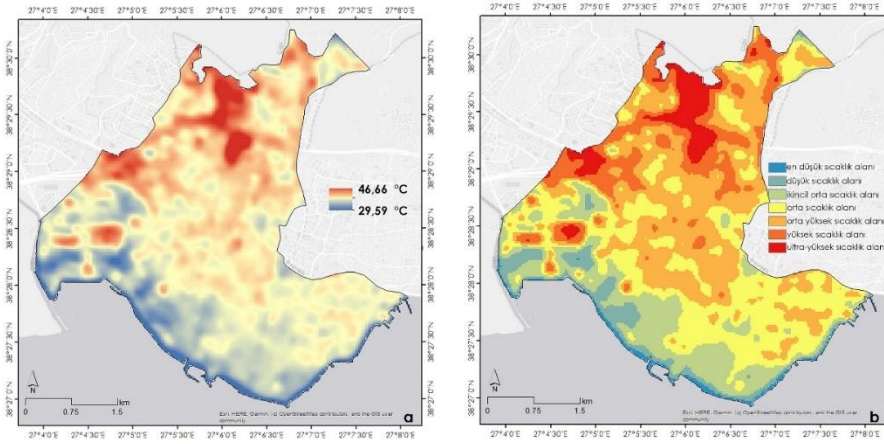
Karşıyaka' da ısı alanı yoğunluk indeksi haritasında yüksek sıcaklık sınıfları ağırlıklı olduğu görülmektedir. Kentin kıyı çizgisi boyunca düşük sıcaklık sınıflarının oluşturduğu serin adalar bulunmaktadır. Kent merkezi ve kentin kuzeyine doğru ilerledikçe ısı alanı yoğunluk indeksi artmaktadır (Şekil 2b).

Soğutma Yoğunluk İndeksi

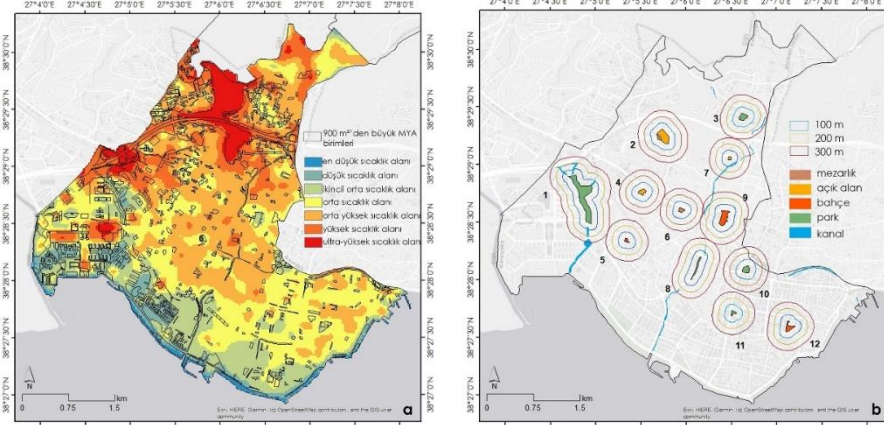
MYA birimlerinin soğutma indeksleri 0,17 °C - 1,94 °C arasında değişmektedir. En yüksek soğutma etkisini 10 numaralı birim oluşturmuştur (Çizelge 2). En düşük soğutma

değerleri 11 numaralı birimde, tampon bölgelerine (100 m, 200m ve 300 m) göre sırasıyla 0,23 °C, 0,14 °C, 0,17 °C olarak tespit edilmiştir. En yüksek yüzey sıcaklıkları bitki örtüsü bulunmayan 2 (41,68 °C) ve 7 (41,5 °C) numaralı açık alanlarda tespit edilmiştir (Şekil 5; Çizelge 2). Bu alanlar,

çevresinde oluşturulan tampon alanlardan daha yüksek sıcaklıklara sahiptir ve herhangi bir serinletici etkileri bulunmamaktadır (Çizelge 2; Şekil 4).



Şekil 2. (a) arazi yüzey sıcaklığı (b) ısı alanı yoğunluk indeksi

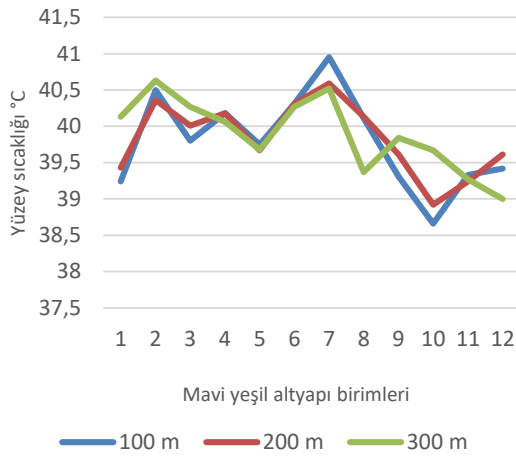


Şekil 3. (a) 900 m² ve üzeri büyüklüğe sahip mavi yeşil altyapı haritası (b) örnek alanlar ve tampon bölgeleri

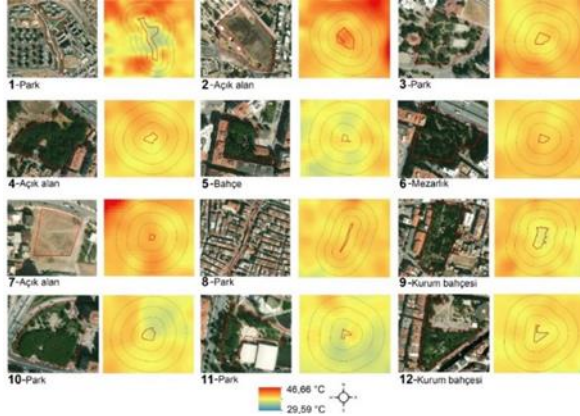
Çizelge 2. Mavi yeşil altyapı birimleri, sıcaklık değerleri ve soğutma indeksleri

Birim tipi	Alan m ²	Ortalama sıcaklık °C	Soğutma Etkisi °C			
			100 m	200 m	300 m	
1	Park	83952.13	38.19	1.05	1.24	1.94
2	Açık alan	26822.56	41.68	-1.18	-1.32	-1.05
3	Park	10459.04	39.50	0.30	0.51	0.77
4	Açık alan	7421.15	39.50	0.68	0.68	1.1
5	Bahçe	2800.70	39.50	0.25	0.17	0.18
6	Mezarlık	4633.10	39.90	0.41	0.41	0.37
7	Açık alan	2178.47	41.50	-0.55	-0.91	-0.98
8	Park	7435.31	39.83	0.28	0.30	-0.46
9	Bahçe	23322.29	38.58	0.73	1.03	1.26
10	Park	10413.60	37.50	1.16	1.42	2.17
11	Park	3373.80	39.10	0.23	0.14	0.17

12	Bahçe	9765.84	38.58	0.84	1.03	0.48
----	-------	---------	-------	------	------	------



Şekil 4. Mavi yeşil altyapı birimleri ve tampon bölgeleri sıcaklık değerleri



Şekil 5. Örnek birimler

1, 3, 9, 10 ve 11 numaralı birimlerin tampon bölgeleri genişledikçe soğutma indeksleri de artmıştır. 4 ve 6 numaralı birimlerin ise 100 ve 200 metrelik tampon bölgelerinde soğutma indeksleri değişmemiştir (Çizelge 2).

Örnek birimlerin 100 m, 200 m ve 300 m tampon bölgelerindeki soğutma etkileri değişiklik göstermektedir. 1 numaralı kent parkı en yüksek soğutma etkisini 300 metrede gösterirken 5 numaralı birim (bahçe) 100 metrede göstermektedir. Bu durum örnek birimlerin çevrelerindeki yapısal alanların yoğunluğu gibi mekânsal özelliklerin farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir. 1 numaralı örnek olanın 300 metrelik tampon bölgesinde yüksek yüzey sıcaklıkların görüldüğü ve bitki örtüsüne sahip olmayan geniş açık alanlar bulunmaktadır. Bu durum 300 metrelik tampon bölgedeki yüzey sıcaklık değerlerini artırarak 1 numaralı parkın soğutma etkisinin daha etkili olmasına neden olmuştur. 5 numaralı örnek alanın 100 metrelik tampon bölgesinde yoğun yapılaşma görülürken 300 metrelik tampon bölgesi diğer MYA (refüj ve park) birimlerini de

kapsamaktadır. 5 numaralı parkın yoğun yapıların sıcaklığı artırdığı 100 metrelik bölgede bulunması serinletici etkisinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. 300 metrelik bölgede ise diğer MYA birimlerinin de yüzey sıcaklığını düşürmedeki etkisi dikkate alındığında 100 metreye göre daha düşük soğutma etkisi oluşturmuştur. Araştırma bulgularında 3, 9, 10 ve 11 numaralı birimlerin tampon bölgeleri genişledikçe soğutma indekslerinin artıp; 4 ve 6 numaralı birimlerin ise 100 ve 200 metrelik tampon bölgelerinde soğutma indeksleri değişmemesi tampon bölgelerdeki arazi örtüsü çeşitleri ile ilişkilendirilebilir. Soğutma etkisi birimlerin mekânsal özellikleri ile çevrelerindeki geçirimsiz yüzeyler ve arazi örtüsü çeşitlerinden etkilenmektedir (Li ve ark., 2020).

Sıcak yaz aylarında belirlenen MYA birimleri arasında en yüksek soğutma etkisini 2,17 °C ile 10 numaralı 80. Yıl Cumhuriyet Parkı oluşturmaktadır. Benzer çalışmalarda birimlerin özelliklerine göre soğutma etkileri 2,78 °C (Sun ve ark., 2021b), 3,93 °C' ye (Feyisa ve ark., 2014) kadar çıkabilmektedir. 10 numaralı park örnek olarak belirlenen parklar arasında aynı zamanda geniş yüz ölçümüne ve yoğun taç örtüsüne sahiptir. Yüksek soğutma etkisine sahip örnek birimlerden bir diğeri kentin batısında yer alan 1 numaralı örnek alan Peynircioğlu Halk Parkı'nın sürekli su bulunduran Peynircioğlu Deresi kıyısında bulunması ve taç örtüsü geniş bitki örtüsünü içermesinin yüksek soğutma etkisi oluşturmada etkili olduğunu söylenebilir. 80. Yıl Cumhuriyet Parkı ile Peynircioğlu Halk Parkı kent içinde buldukları alanda serin adalar oluşturmaktadır (Çizelge 2; Şekil 4). Bostanlı deresinin kıyısında bulunan ve koridor özelliği gösteren 8 numaralı parkın 100 metrede 0,28 °C, 200 metrede 0,30 °C soğutma etkisi bulunurken 300 metrelik tampon alan içinde soğutma etkisi göstermediği belirlenmiştir. Bu durum parkın zayıf taç örtüsüne sahip olması, kenarında yer aldığı beton kanala alınmış Bostanlı deresinin yaz aylarında su bulundurmaması ve dolayısıyla yüzey sıcaklığını artıran bir etken olması ile 300 metrelik tampon alan içinde geniş taç örtüsüne sahip başka bir kent parkının yer almasıyla açıklanabilir. 4 numaralı açık alanın 100, 200 ve 300 metrelik tampon alanlardaki serinletme etkisi 3, 8 ve 11 numaralı kent parklarının soğutma değerlerinden daha yüksektir. Bunun nedeni bu alanların büyüklüklerindeki farklılıklar ile üç parkın bitki örtüsü açısından zayıf olması, 4 numaralı açık alanın yüzeyi büyük ölçüde kaplayacak şekilde kademeli doğal bitki topluluklarını içermesi olabilir. Sıcak iklim koşullarında kent sakinlerinin yüksek sıcaklığa maruziyetini azaltma işlevini yerine getirmesi beklenen parkların düşük soğutma değerlerine sahip olması yoğun taç örtüsüyle kaplı kentsel açık alanların önemini ve potansiyellerini artırmaktadır.

Çalışma kapsamında ele alınan ve açık alanlar arasında oldukça zayıf bitki örtüsüne sahip olan 2 ve 7 numaralı

alanların yüze sıcaklığı yakın çevresinin sıcaklığına göre daha yüksek iken bitki örtüsüyle kaplı 4 numaralı açık alanın yüze sıcaklığı çevresine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. 2 ve 7 numaralı açık alanların ortalama yüze sıcaklığı 41 – 46 °C arasında değişmektedir. Bu durum kentsel ısı adası etkisinin daha da artmasına neden olmaktadır. Kentsel açık alanlar uygun bitki kompozisyonlarıyla ekolojik kalitesi yüksek alanlara dönüştürülebilir. 2 ve 7 numaralı açık alanlar yüksek sıcaklık etkilerinin yoğun şekilde hissedildiği bu bölgede serin adalar oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Özellikle yoğun taç örtüsüne sahip ağaçları kapsayan bitki örtüsü güneş ışınlarını absorbe ederek yüze sıcaklığının azalmasına yardımcı olacaktır (Howe ve ark., 2017). Kentteki sıcaklık stresini azaltmak için bu alanlara Bogota (Kolombiya), Atina (Yunanistan) kentlerindeki örneklere benzer şekilde geniş taç örtüsüne sahip ağaçlar getirilebilir. Kamuya ait olmayan parsellerde mülkiyet sahipleriyle anlaşma sağlanarak bu uygulamaların belirli bir süre burada uygulanması ve kentte iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması sağlanabilir. MYA birimleri içinde bahçelerin soğutma etkileri kent içinde bulunan parklara (3, 8, 11) göre daha yüksektir. Özellikle 9 ve 12 numaralı kurum bahçelerinin kent içinde serin adalar oluşturduğu görülmektedir. Kurum bahçelerinin ortak özellikleri geniş yüz ölçümüne ve yoğun bitki örtüsüne sahip olmalıdır. Yoğun yapılaşma bölgeleri arasında bulunan bu bahçeler kent için önemli MYA birimleridir. Bahçeler ile bitki örtüsüne sahip açık alanların kentin iç kesimlerinde bulunan parklara göre daha yüksek serinletici etkiler oluşturmaktadır. Bu alanlar kent sakinlerinin kullanımına yönelik olmasa da hem kentin MYA sistemi hem de dolaylı şekilde sağladıkları serinletici etkilerle kent için önemli potansiyele sahiptir.

SONUÇ

Bu çalışmada Karşıyaka ilçesindeki MYA birimlerinin yüze sıcaklığı üzerindeki soğutma etkileri incelenmiştir. Sıcak yaz aylarında mavi yeşil alanlardaki ortalama yüze sıcaklığının yakın çevrelerindeki ortalama yüze sıcaklığa göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum kentsel mavi yeşil alanların yüksek sıcaklık değerlerini ve ısı adası etkisini azaltabileceğini göstermektedir. Sonuçlar benzer çalışmaların bulgularıyla uyumludur (Hanif ve ark., 2022; Sun ve ark., 2021a; Yao ve ark., 2020).

Çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde MYA birimlerinin yüze sıcaklıklarının 37-41°C arasında değiştiği görülmektedir. Bu değerler kullanıcıların yüksek sıcaklıkla ilişkili iklim tehlikelerine maruziyetini azaltacak düzeyde değildir. İzmir kentinin geleceğine yönelik hazırlanan iklim senaryoları kentteki ortalama sıcaklık değerlerinin artış göstereceğini ve sıcak hava dalgalarının geçmişe göre daha sık meydana geleceğini yönündedir (Berberoğlu ve ark., 2019). Kentin yüksek sıcaklıkla ilişkili iklim tehlikelerine açık olması MYA' nın serinletici ekosistem servisi açısından

önemini ve mevcut MYA' nın nu kapsamda güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

MYA birimlerinin soğutma etkileri şekil, büyüklük, ağaç taç örtüsü ve bitki türleri gibi birimlere özgü özelliklere göre değişiklik göstermektedir (Feyisa ve ark., 2014; G. Yang ve ark., 2020). Bu durumda çalışmadaki örnek birimlerin soğutma etkilerinde karakteristik özelliklerinin de etkili olduğunu söylemek mümkündür. Belirlenen MYA birimleri arasında daha geniş yüze ölçümüne ve yoğun bitki örtüsüne sahip örnek alanlar yüze sıcaklığı düşürmede daha etkili olmuştur (Şekil 5; Çizelge 2). Büyük birimlerin özellikle bitki örtüsünün yoğunluğuyla birlikte daha düşük sıcaklıklara veya daha yüksek soğutma etkisine sahip olduğu görüşü desteklenmektedir (Lin ve ark., 2015). Bilimsel çalışmalar yeşil alanların soğutma etkisinin yoğun yerleşim alanları içinde daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir (Blachowski ve Hajnrych, 2021). Karşıyaka gibi yoğun yapılaşmaya sahip kentlerde kentsel mavi yeşil alanların boyutlarında büyük artışlar yapmak zor olabilir. Bu nedenle mevcut ve yeni MYA birimlerinde optimum düzeyde soğutma etkilerinin elde edilmesi önemlidir. Kentsel MYA birimlerinde bitki örtüsü ve su yüzeyi oranı geçirimsiz yüze oranından ne kadar fazlayla sıcaklıklarını düşürmede daha etkilidir (Dai ve ark., 2018; Yao ve ark., 2022). Bu bağlamda Karşıyaka kentinde yeşil alanların planlanması ve yenilenmesinde odak noktası geniş geçirimsiz yüzeylerin azaltılması ve alana uygun bitki seçimiyle özellikle ağaç taç örtüsünün artırılması olmalıdır. Buna ek olarak yeşil çatıların yüksek yapı yoğunluğuna sahip kentlerde yüze sıcaklığını düşürmede önemli bir yere sahip olduğu belirlenmiştir (Dong ve ark., 2020). Yoğun yapılaşmaya sahip Karşıyaka'nın büyük bir bölümünün yüksek ısı alanları sınıfında olması dikkate alındığında binalarda yeşil çatı uygulamalarının yapılması hem kentsel termal ortamın iyileştirilmesi hem de MYA sistemini destekleyebilir. Kent ölçeğinde yüksek sıcaklıkları ve ısı adası etkilerini hafifletmeye yönelik çalışmalarda birçok faktörü anlamak gerekmektedir. Bu çalışma kentin yoğun ısı alanlarına yönelik kentsel planlama kararlarında hangi bölgelerin öncelikli olacağı hakkında fikir verebilir. Kentsel termal çalışmalarda kentsel mavi yeşil alanlarının mekânsal özelliklerinin yanı sıra yakın çevrelerindeki peyzaj deseninin de soğutma kapasitelerini etkilediği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada MYA' nın yüze sıcaklığını azaltma etkisi uzaktan algılama teknikleri aracılığıyla belirlenmiştir. Kullanılan Landsat 8 uydu görüntüleri uzamsal ve mekânsal çözümlüğe bağlı sınırlamalara sahiptir. Bu durum çalışmanın kısıtlayıcı unsurlarından bir tanesidir. MYA' nın soğutma etkisinin belirlenmesinde termal bantlı uydu görüntülerinin yanı sıra iklim değişkenleri, antropojenik etkiler ve kentsel morfolojik özelliklerin de dikkate alınmasıyla daha hassas mekânsal sorucular elde edilebilir.

Kentsel ısı adası etkisi, hızlı kentleşme ve iklim değişikliği sürecinde dünya çapındaki çoğu kentte en önemli iklim olaylarından biri haline gelmiştir. Kentsel MYA iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmek için giderek daha fazla kabul edilmektedir. Yerel ölçekte MYA kentlerdeki yüzey sıcaklığı ve ısı adası etkilerini azaltmanın yanında sağladığı birçok ekosistem servisleriyle kentsel dirençliliği desteklemektedir. Kent sakinlerine sağlıklı yaşam alanı sağlamak, kentsel direnci artırmak, ekosistemleri sürdürülebilir bir şekilde yöneterek eşit ve adil bir çevre oluşturmakla yakın ilişki içindedir. Kentsel MYA'nın termal özelliklerini ve soğutma etkilerini anlamak, bu alanların sağladığı bu ekosistem servisinin iyileştirilmesine yönelik yönetim stratejilerinin belirlenmesi için önemli bilgiler sağlayabilir. Kentlerde MYA sistemleri aynı zamanda 13 numaralı İklim Eylemi ile 11 numaralı "Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Çalışma sonuçları kentsel MYA birimlerinin kentsel yüzey sıcaklıklarını ve buna bağlı ısı adası etkisini nasıl azaltabileceğinin anlaşılmasına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda çalışmada elde edilen sonuçlar, Karşıyaka kentinin sürdürülebilirliğini desteklemek için ve termal ortamı iyileştirmeye yönelik peyzaj planlama ve yönetim çalışmalarında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Akyürek Ö (2020) Termal Uzaktan Algılama Görüntüleri ile Yüzey Sıcaklıklarının Belirlenmesi: Kocaeli Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi* 90:262 377-390.

Berberoğlu S, Çilek A, Ünlükaplan Y (2019) İklim Değişikliğine Dirençli Kentler için Bir Çerçeve: Yeşil Odaklı Uyarılama Kılavuzu. H. Alphan ve Ç. Coşkun Hepcan (Der.) *PARDUS* Ankara 168.

Blachowski J, Hajnrych M (2021) Assessing the Cooling Effect of Four Urban Parks of Different Sizes in a Temperate Continental Climate Zone: Wrocław, *Forests* 12:8.

Dai Z, Guldmann J. M, Hu Y (2018). Spatial Regression Models of Park And Land-Use Impacts on the UHI in Central Beijing. *Sci. Total Environ* , 626: 1136-1147.

Dong J, Lin M, Zuo J, Lin T, Liu J, Sun C, Luo (2020) Quantitative Study on the Cooling Effect of Green Roofs in A High-Density Urban Area-A Case Study of Xiamen, China. *Journal of Cleaner Production* 255.

Du H, Cai W, Xu Y, Wang Z, Wang Y, Cai Y (2017) Quantifying the Cool Island Effects of Urban Green Spaces Using RS Data. *Urban Forestry and Urban Greening*, 27: 24-31.

Feyisa G L, Dons K, Meilby H (2014) Efficiency of Parks in Mitigating Urban Heat Island Effect: An Example from Addis Ababa. *LAUP*, 123: 87-95.

Gao G, Chang M, Zhao Z (2019) Research on Temporal and Spatial Variation of Heat Island Effect in Xi'an, China. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 17:1, 231-244.

Hanif A, Nasar-U-Minallah M, Zia S, Ashraf I (2022) Mapping and Analyzing the Park Cooling Intensity in Mitigation of Urban Heat Island Effect in Lahore, Pakistan. *Korean Journal of Remote Sensing* 38:1 127-137.

H-García D, A-Díaz J (2022) Modeling The Surface Urban Heat Island (SUHI) to Study of Its Relationship with Variations in the Thermal Field and with The Indices of Land Use in the Metropolitan Area of Granada (Spain). *Sustainable Cities and Society*, 87.

Howe D A, Hathaway J M, Ellis K N, Mason L R (2017) Spatial and Temporal Variability of Air Temperature Across Urban Neighborhoods with Varying Amounts of Tree Canopy. *Urban Forestry & Urban Greening*, 27: 109-116.

IPCC (2022) Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Geneva: IPCC.

Kumar B P, Babu K R, Anusha B N, Rajasekhar M (2022) Geo-Environmental Monitoring and Assessment of Land Degradation and Desertification in the Semi-Arid Regions Using Landsat 8 OLI/TIRS, LST, and NDVI Approach. *Environmental Challenges* 8.

Li H, Wang G, Tian G, Jombach S (2020) Mapping and Analyzing the Park Cooling Effect on UHI in an Expanding City: A Case Study in Zhengzhou City, China. *Land* 9:2.

Li Y, Xia M, Ma Q, Zhou R, Liu D, Huang L (2022) Identifying the Influencing Factors of Cooling Effect of Urban BI Using The Geodetector Model. *Remote Sensing* 14:21.

Lin W, Yu T, Chang X, Wu W, Zhang Y (2015) Calculating Cooling Extents of Green Parks Using Remote Sensing: Method and Test. *LAUP* 134: 66-75.

Liu Y, Peng J, Wang Y (2018) Efficiency of Landscape Metrics Characterizing Urban Land Surface Temperature. *Landscape and Urban Planning* 180: 36-53.

MacLachlan A, Biggs E, Roberts G, Boruff B (2021) Sustainable City Planning: A Data-Driven Approach for Mitigating Urban Heat. *Front. Built Environ.* 6:519599.

Marando F, Heris M P, Zulian G, Udías A, Mentaschi L, Chrysoulakis N, Parastatidis D, Maes J (2022) Urban Heat Island Mitigation by Green Infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society* 77.

MGM (2022) Meteoroloji Genel Müdürlüğü istatistikleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR> (Erişim tarihi 10/11/2022).

O'Malley C, Piroozfar P, Farr E R P, Pomponi F (2015) Urban Heat Island Mitigating Strategies: A Case-Based Comparative Analysis. *Sustain. Cities Soc.* 19: 222-235.

- Piracha A, Chaudhary M T (2022) Urban Air Pollution, Urban Heat Island and Human Health: A Review of The Literature. Sustainability (Switzerland) 14:15.
- Pramanik S, Punia M (2019) Assessment of Green Space Cooling Effects in Dense Urban Landscape: A Case Study Delhi, India. Modeling Earth Systems and Environment 5:3, 867-884.
- Şentürk Y, Mert K (2022) Kentsel Soğuk Alan Soğutma Kapasitesinin Araştırılması, İzmir Örneği. Çevre Şehir ve İklim Dergisi 1:1 106-126.
- Sun Y, Gao C, Li J, Gao M, Ma R (2021a). Assessing the Cooling Efficiency of Urban Parks Using Data Envelopment Analysis and Remote Sensing Data. Theoretical and Applied Climatology 145:3-4 903-916.
- Sun Y, Gao C, Li J, Gao M, Ma R (2021b) Assessing the Cooling Efficiency of Urban Parks Using Data Envelopment Analysis and Remote Sensing Data. Theoretical and Applied Climatology 145:3-4 903-916.
- Syahira N, Harmay M, Kim D, Choi M (2021) Urban Heat Island Associated with Land Use/Land Cover and Climate Variations in Melbourne, Australia. Sustain. Cities Soc. 69.
- Ünal M (2022), Kentsel Yüzey Isı Adalarının Belirlenmesinde Yer Yüzey Sıcaklık Verilerinin Kullanımı. European Journal of Science and Technology 33: 213-222.
- Wang C, Ren Z, Dong Y, Zhang P, Guo Y, Wang W, Bao G (2022) Efficient Cooling of Cities at Global Scale Using Urban Green Space to Mitigate Urban Heat Island Effects in Different Climatic Regions. Urban Forestry and Urban Greening, 74.
- WHO (2022) Heatwaves. https://www.who.int/healthtopics/heatwaves#tab=tab_WHO (Erişim tarihi: 15.10.2022).
- WMO (2022) World Meteorological Organization Provisional State of The Global Climate 2022. https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22156#.Y3dta XZBw2x (Erişim tarihi: 15.10.2022).
- Yang G, Yu Z, Jørgensen G, Vejre H (2020) How Can Urban Blue-Green Space Be Planned For Climate Adaption in High-Latitude Cities? A Seasonal Perspective. Sustain. Cities Soc., 53.
- Yao L, Li T, Xu M, Xu Y (2020) How The Landscape Features of Urban Green Space Impact Seasonal Land Surface Temperatures at A City-Block-Scale: An Urban Heat Island Study in Beijing, China. Urban Forestry and Urban Greening 52.
- Yao X, Yu K, Zeng X, Lin Y, Ye B, Shen X, Liu J (2022) How Can Urban Parks Be Planned to Mitigate Urban Heat Island Effect in “Furnace Cities”? An Accumulation Perspective. Journal of Cleaner Production 330.
- Yüksel A T (2022) Kentsel Yeşil Alanlarda Ekosistem Servislerinin Hesaplanması: Karşıyaka Örneği. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Zhang Y, Liu Y, Zhang Y, Liu Y, Zhang G, Chen Y (2018) On The Spatial Relationship Between Ecosystem Services and Urbanization: A Case Study in Wuhan, China. Science of The Total Environment 637:638 780-790.

Application of Linear Polyacrylamide (LPA) Matrix in Cotton Chromatin Immunoprecipitation to Increase Sheared DNA Isolation Efficiency

Murat Kemal AVCI*¹, **Erdem TEZCAN**², **Safiye AVCI**³, **Haluk CAMCI**⁴

¹ *Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Aydın, Türkiye*

² *Yuteg Biyoteknoloji İlaç ve Gıda Takviyeleri Ltd. Şti.,34940, İstanbul, Türkiye*

³ *Ministry of Education, Kocarlı Imam Hatip Secondary School, 09970, Aydın, Türkiye*

⁴ *EXİM Medical Life Science Domestic and Foreign Trade Ltd. Co.,34844, İstanbul, Türkiye*

Abstract: Linear Polyacrylamide (LPA) is one of the polymers used as a yield-enhancing agent in DNA isolation of short and small molecular weight DNA molecules. The Chromatin immunoprecipitation (ChIP) method is widely used to elucidate DNA-Protein interactions. In ChIP, which consists of many successive steps, it is an important problem to experience losses due to the small size of the DNA fragments during the re-isolation of the sheared DNA fragments. In this study, the effect of using LPA matrix on the isolation of small molecular weight DNA fragments with higher efficiency in the ChIP method applied to cotton plant, which is a eukaryotic organism with high commercial value in our country and in the world, was investigated. Here, the ChIP method was adapted and applied till the DNA fragmentation process by ultrasonication and the isolation of the fragmented DNA molecules. In statistical analyzes, the concentrations of DNA isolates used at the beginning of the ChIP experiment and the DNA molecules mechanically fragmented by ultrasonication, measured by the Nanodrop, were compared in ng/μl. Experimental and statistical analyzes showed that LPA application increased DNA isolation efficiency by 0.59 times. Based on these data, it has been proven that using LPA in ChIP method with cotton will directly affect the success of the experiment and contribute to get much more efficient results. This study is unique in that it focuses on improving the yield of sheared DNA isolation in direct cotton plant-specific ChIP application.

Keywords: Linear polyacrylamide, chromatin immunoprecipitation, Cotton, Sheared DNA isolation, Efficiency

Pamukta Kromatin İmmünopresipitasyon Yönteminde Kırılmış DNA İzolasyon Verimini Arttırmak için Lineer Poliakrilamid (LPA) Matriksinin Uygulanması

Öz: *Lineer Poliakrilamid (LPA), kısa ve küçük moleküler ağırlıklı DNA moleküllerinin DNA izolasyonunda verimi artırıcı ajan olarak kullanılan polimerlerden biridir. Kromatin immünopresipitasyon yöntemi DNA-Protein etkileşimlerinin aydınlatılmasında yaygın olarak kullanılan etkili ve verimli bir yöntemdir. Ardışık birçok aşamadan oluşan ChIP yönteminde kırılmış DNA parçalarının tekrar izole edilmesi aşamasında DNA parçalarının boyutlarının küçük olmasına bağlı olarak kayıplar yaşanması önemli bir problem oluşturmaktadır. Bu çalışmada ülkemizde ve dünyada ticari değeri çok yüksek bir ökaryot organizma olan pamuk bitkisine yönelik uygulanan ChIP yönteminde kırılmış küçük moleküler ağırlıklı DNA parçalarının daha yüksek verimle izole edilebilmesinde LPA matriksi kullanılmasının etkisi araştırılmıştır. Burada deneysel olarak ChIP yöntemi uyarlanarak ultrasonikasyon yöntemiyle DNA parçalama işlemi ve ardından parçalanmış DNA moleküllerinin izolasyonu aşamalarına kadar uygulanmıştır. İstatistiksel analizlerde ChIP deneyinin başlangıcında kullanılan DNA izolatlarının ve ultrasonikasyonla mekanik olarak parçalanmış DNA moleküllerinin Nanodrop cihazıyla ng/μl cinsinden konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Deneysel ve istatistiksel analizler, LPA uygulamasının DNA izolasyon etkinliğini 0,59 kat arttırdığını göstermiştir. Bu verilere dayanarak, pamuk bitkisine yönelik ChIP yönteminde LPA kullanılmasının deney başarısını doğrudan etkileyeceği ve çok daha verimli sonuçlar alınmasına katkı sağlayacağı ispatlanmıştır. Bu çalışma doğrudan pamuk bitkisine özel ChIP uygulamasında kırılmış DNA izolasyonundaki verimi arttırmaya odaklanılması açısından özgündür.*

Anahtar Kelimeler: *Lineer poliakrilamid, Kromatin immünopresipitasyonu, Pamuk, Kırılmış DNA izolasyonu, Verimlilik*

INTRODUCTION

Chromatin immunoprecipitation (ChIP) method is one of the most effective and efficient methods used to investigate DNA-protein interactions (Haring et al., 2007; Kuo and Allis, 1999; de Jonge et al., 2020). The ChIP method provides the explanation of DNA-protein centered events such as gene regulation, global regulator-regulation analysis in prokaryotic and eukaryotic organisms (Euskirchen et al., 2007; Wang et al., 2011; Barrett et al., 2011). Today, there are many commercial kits for microorganisms plants, animals and human cells, and each commercial ChIP kits or

different manuel ChIP methods suggested in the literature have some superior features as well as negative aspects (Holliday et al., 2021; Greulich et al., 2021; Liu et al., 2012). Unfortunately, there is no fully optimized ChIP procedure or commercial product that we can call perfect for every living species yet (Martin et al., 2019; Collas, 2010). Therefore,

***Corresponding Author:** kemalavciadu@yahoo.com

The submitted date: 23 Aralık 2022

The accepted date: 22 Haziran 2023

new scientific approaches related to ChIP methods are increasing day by day (Harada et al., 2021; Spencer et al., 2003). A ChIP method is an experimental process consisting of an average of 10 consecutive steps (Avci, 2015). It is essential for a ChIP experiment to be successful that each of these steps is 100% efficient (Sirma-ekmekçi et al., 2014). For that reason, optimizing these stages one by one before starting ChIP applications increases the experimental efficiency and reliability in ChIP methods (He et al., 2021). In ChIP methods, both *in vivo* and *in vitro* processes can be monitored (Lukoseviciute et al., 2020; Sullivan et al., 2020; Das et al., 2004; Dey et al., 2012). During *in vivo* applications, when the target cell reaches a certain stage of growth and development or reproduction, the cell content is fixed by treatment with formaldehyde (Schoppee Bortz and Wamhoff, 2011). In this case, proteins such as transcription factors and histone proteins that are reversibly bound to DNA and released are bound to DNA by covalent bonds and cannot be separated from DNA (Sauvé et al., 2004; Posé and Yant, 2016; Aparicio et al., 2005). These fixed cells are lysed by mechanical or enzymatic means until the DNA is fragmented (Oshino and Fujii, 2009). Protein-bound DNA fragments are isolated from the medium by first binding antibodies specific to that protein and then using the antibody-specific isolation matrix used (Ranawaka et al., 2020; Schoppee Bortz and Wamhoff, 2011). The isolated DNA-Protein-Antibody complex is first separated from the matrix with the appropriate isolation method and transformed into only DNA-protein complex, and finally, pure DNA molecule is obtained by denaturation and elimination of the protein (Weinmann and Farnham, 2002). After this stage, advanced molecular analysis and applications such as DNA sequence analysis and cloning can be performed (Schmidt et al., 2009; Ho et al., 2011; Pillai and Chellappan, 2009). During *in vitro* applications, DNA is first isolated from plant, animal or human cells by routine methods (Avci, 2015). DNA isolates are sheared by enzymatic or mechanical applications until they reach a certain size (Hoshino and Fujii, 2009). On the other hand, the recombinant protein specific for the target gene is isolated. Then, the sheared DNA fragments and this protein are allowed to react in appropriate binding buffers in a test tube (Molle et al., 2003). It is waited for the appropriate time for the proteins to bind to the relevant target regions of the DNA (Fawcett et al., 2000). Then, with the application of formaldehyde, the DNA-Protein complexes are fixed by covalent bonds. After formaldehyde fixation, protein isolation is done with the help of protein-specific antibody or by utilizing the structural feature of the recombinant protein. Thanks to this special protein isolation, only DNA molecules included in DNA-Protein complexes are isolated (Avci, 2015). DNA molecules that do not bind to any protein

are discarded. Then the proteins bound to sheared DNA are eliminated by denaturation thermally or enzymatically and DNA isolation method (Singh and Szabó, 2012). Purely obtained DNA fragments are analyzed by DNA sequence analysis and molecular methods (Molle et al., 2003). In the chromatin immunoprecipitation methods mentioned above, especially in the *in vitro* ChIP method, the sheared DNA molecules are reduced to small units such as 300-1000 bases on average (Molle et al., 2003). Compared to normal DNA isolation, this situation negatively affects the DNA isolation efficiency due to the short chain lengths and small molecular weights (Avci, 2015; Gaillard and Strauss, 1990). For this reason, the adaptation and application of alternative approaches to increase the yield in the isolation of small molecular weight DNA molecules to the ChIP method may be considered as an important strategy. Technically, each DNA strand obtained in the ChIP method is unique and each obtained ChIP-DNA strand theoretically carries a specific DNA sequence to which a protein directly binds (Avci, 2015). Thus, it is an inevitable obligatory to make ChIP-DNA isolations without wastage and with 100% efficiency. According to the IUPAC system, Polyacrylamide is a polymer (-CH₂CHCONH₂-) composed of acrylamide subunits called "poly(2-propenamamide)" or "poly(1-carbamoylethylene)" (Erkekoglu and Baydar, 2014; Bovin, 1998). Linear polyacrylamide (LPA), a different form of polyacrylamide, is widely used in molecular biology research (Gaillard and Strauss, 1990). LPA is a special polymer obtained by mixing polyacrylamide molecules with Tris-HCl, Na-acetate, ammonium persulfate, ethanol, water, TEMED and EDTA (Gaillard and Strauss, 1990). LPA plays a role as a neutral carrier matrix in the precipitation of picogram nucleic acids with ethanol and is highly effective in isolation efficiency. Apart from LPA as carrier matrix, different macromolecules such as glycogen and tRNA are also used for the same purpose (Bartram et al., 2009). However, since these alternative macromolecules have some advantages and disadvantages, the use of LPA is more appropriate. Cotton is a plant of the genus *Gossypium*, belonging to the Malvaceae family, in the order Malvales (Erarslan and Koçyiğit, 2019; Güvercin and Sunulu, 2010; Samancı and Özkaynak, 2000; Ayaz and Emiroğlu, 2016). Cotton (*Gossypium* spp.) is a very important fiber crop cultivated in approximately 70 countries and forms the livelihood of 180 million people (Tian and Zhang, 2021; Wang et al., 2020). Cotton is included in both fiber and oil crops among industrial crops (Peláez-andérrica et al., 2018). Many structures of cotton such as fiber, seed, oil and pulp are used (Fidan and Ertaş, 2020; Haliloğlu et al., 2020). For these reasons, it is a plant with a very high economic value and both traditional and molecular breeding studies on cotton plant are increasing day by day (Tokel, 2021; Köken and İlker, 2020). The aim of this study is

to determine the effect of using LPA as a carrier molecule on yield in order to increase the yield of DNA isolation for "sheared DNA molecules" in chromatin immunoprecipitation methods to be applied in cotton plant.

MATERIAL AND METHODS

Plant Samples

The plant material used as a DNA source consists of cotton leaves collected from cotton plants grown in pots in Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology (Figure 1). The plant samples were brought to the laboratory by paying attention to the cold chain principles. Cotton plant samples, which were kept in cold room conditions and in an environment without light, were analyzed as quickly as possible.



Figure 1. Cotton samples used as DNA source.

DNA Isolation

DNA isolation was done manually using a method adapted from the CTAB (cetyltrimethylammonium bromide) method developed by Doyle and Doyle (1990). According to this method, after the cotton leaves were thoroughly crushed with liquid nitrogen in a porcelain mortar, they were weighed as 200-300 mg and transferred to microcentrifuge tubes. 0.7 ml of CTAB buffer (100 mM Tris-HCl, 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA, 2% CTAB, Ph 8.0) was added to the tubes and mixed well by vortexing. Afterwards, the samples were kept in a water bath at 65 °C for 1 hour by mixing every 10 minutes. After adding an equal amount of Phenol:chloroform:isoamyl alcohol (25:24:1) mixture to the tubes, they were mixed by inverting and centrifuged at 13500 rpm for 30 minutes.

The light colored supernatant formed in the tubes was taken and transferred to a new 1.5 ml microcentrifuge tube. After adding in a volume of 3M NaAc (pH 5.2) solution (~50 µl) corresponding to 10% of the transferred supernatant volume, the tubes were mixed by inverting. An equal volume of cold isopropanol (~500 µl) was added to the same mixture and mixed by inverting, and then it was kept at -20 °C for 15 minutes. Then, it was centrifuged at 12.000 rpm for 10 minutes, allowing the DNA molecules to settle to the bottom and the supernatant was poured. After washing the tubes with a solution containing 1 ml of ethanol (76%)/Ammonium acetate (10 mM), they were dried in a thermomixer and 500 µL of TE solution (10 mM Tris-HCl, 0.1 mM EDTA) was added. After this step, the pellet was dissolved by pipetting to

remove the RNA residues and 5 µL of RNase A (10mg/ml) was added to it. After ensuring homogeneous dispersion of RNase A by inverting, it was incubated at 37 °C for 30 minutes and 50 µl of NaAc (3M) was added on it and turned upside down again.

1 ml of 90% ethanol was added and mixed by inverting again. DNA was precipitated by centrifugation at 13000 rpm for 10 min. After discarding the ethanol in the upper part, it was centrifuged again at 12000 rpm for 1 minute to remove the ethanol thoroughly. Ethanol was allowed to evaporate at 37°C in a thermomixer device, 200 µL of TE was added to the pellet and the pellet was resuspended. The isolated DNA isolates obtained were stored at +8 °C for downstream processes.

Qualitative DNA Analysis

DNA molecules were visualized by agarose gel electrophoresis after isolation and in CHIP applications. Since the target DNA size should be 300-1000 bp in the ChIP method, the density of the agarose gel to be used was adjusted as 1.25-1.5%. Tris-Acetic acid-EDTA (TAE) and Tris-Boric acid-EDTA (TBE) buffers were used as the running buffer. DNA samples run at 100 Volts for 40 minutes were visualized in a UV transilluminator.

Quantitative DNA Analysis

Thermo Scientific NanoDrop device, a full spectrum UV-Vis spectrophotometer, was used to calculate and evaluate the purity of DNA samples. Measurements were made for 1 microliter volumes and obtained in ng/ul.

DNA Shearing Optimisation

In ChIP experiments, whether in vivo or in vitro, DNA molecules are recommended to be in the range of 300-500 bp (Molle et al., 2003). In this study, instead of performing a normal whole ChIP application, a partial ChIP adaptation was made to focus only on the LPA application. In order to make an ideal modeling, DNA molecules obtained from plant samples were first sheared by sonication method. Preliminary testing was done to determine the ideal shearing conditions. In this process, the number of pulses and rests and their duration were determined. For each consecutive pulse/rest period, 10 µl of sample was taken during rest and stored for analysis in agarose gel. The collected samples were labeled sequentially and loaded onto a single gel, and it was determined how long the 300-500 bp range was obtained. After this stage, all sonication processes were performed according to this determined standard.

Preparation of Linear Polyacrylamid (LPA) Solution

Linear polyacrylamide (LPA) solution was prepared according to the experimental protocol used by Avci (2015) and Gaillard and Strauss (1990). Accordingly, 5% acrylamide solution was prepared in 1 mM EDTA, 20 mM Na-acetate and 40 mM Tris-HCl solutions without using bis-acrylamide and the pH was adjusted to 7.8. Then, 1/1000 volume of TEMED was added to the mixture along with 1/100 volume of 10%

ammonium persulfate. The mixture was allowed to become viscous by waiting 30 minutes for it to polymerize. For precipitation of the mixture, 2.5 volumes of ethanol was added and centrifuged. The resulting pellet was dissolved overnight by shaking with 20 volumes of dH₂O overnight. The resulting 0.25% LPA solution was stored at +4°C to be used in DNA isolation and CHIP analysis.

CHIP Semi-application

In order to establish a connection between normal CHIP methods and this research, and for the reliability of the results, it is important to perform the CHIP steps up to the stage where LPA will be applied (Avci, 2015). Therefore, different strategy possibilities can be evaluated. One of these approaches is to break up the cells of the same plant by ultrasonication to obtain a supernatant after DNA isolation and to provide sufficient incubation environment for the interaction of the proteins in the supernatant with the isolated DNA. Another approach is to treat with formaldehyde before starting the DNA isolation and after the binding process, break up the DNA molecules by ultrasonication and then apply LPA. A third and simpler approach is, without any protein treatment, to shear the isolated DNA molecules directly by ultrasonication and then apply the LPA. The third is the approach applied in this study.

CHIP DNA Isolation

In the CHIP method, genomic DNA molecules are sheared mechanically by ultrasonication or enzymatically by various restriction endonuclease enzymes. LPA solution was used to isolate these small-sized DNA molecules, which were re-isolated at a certain stage of the CHIP method, with higher performance. In practice, while LPA was not added to the tubes in the control group (0 ng/μl), 20 (0 ng/μl) LPA solution was added to the tubes in the LPA group.

Statistical analysis

In the statistical analysis of the data obtained, the concentrations of DNA isolates measured in ng/ul in the Nanodrop device were taken into account. One-Way ANOVA, TUKEY and Independent-Sample T-Test analyzes were made with SPSS 16.0 program.

RESULTS

In order to investigate the potential of linear polyacrylamide to increase the yield during the isolation of sheared DNA fragments in the CHIP method, DNA isolation was first made by grinding the leaves of the cotton plant. For this purpose, the ground leaf samples were weighed 200-300 mg and transferred to 2 ml microcentrifuge tubes and DNA-isolation was performed from plenty of microcentrifuge tubes (Figure 2).

To mimic CHIP application, DNA isolates were sheared to 1000-500 bp by ultrasonication (Figure 3). Linear polyacrylamide was prepared according to the formulation

and application specified in Gaillard and Strauss (1990) and Avci (2015) (Figure 4).

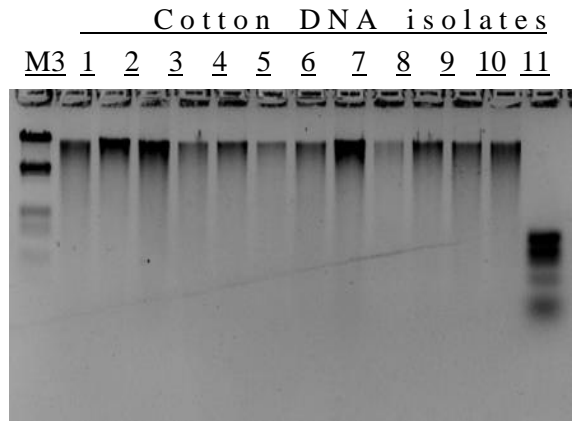


Figure 2. Agarose gel electrophoresis analysis of Cotton DNA isolates. M3 : Marker-3 (Thermo), M9 : Marker-9 (Thermo) 1-12: DNA isolates.

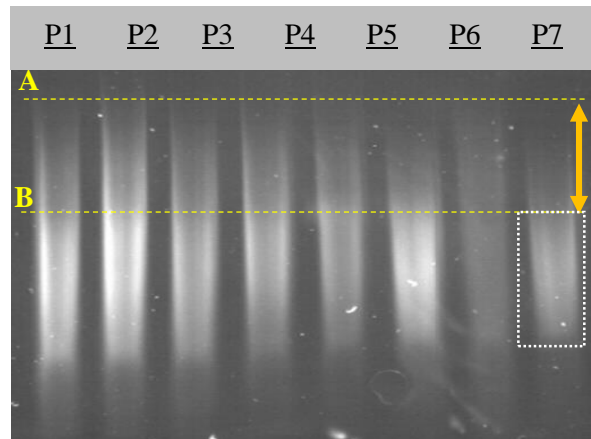


Figure 3. DNA shearing optimization by ultrasonication. P1-P8: Refers to each sample taken consecutively after the pulse and rest period. A and B: Shows us the shortening in DNA size due to fragmentation. White rectangle: DNA fragments in the range of 500-1000 bp.

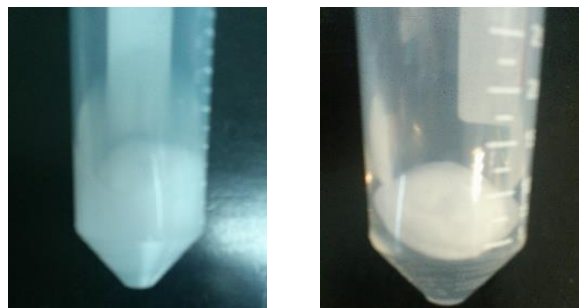
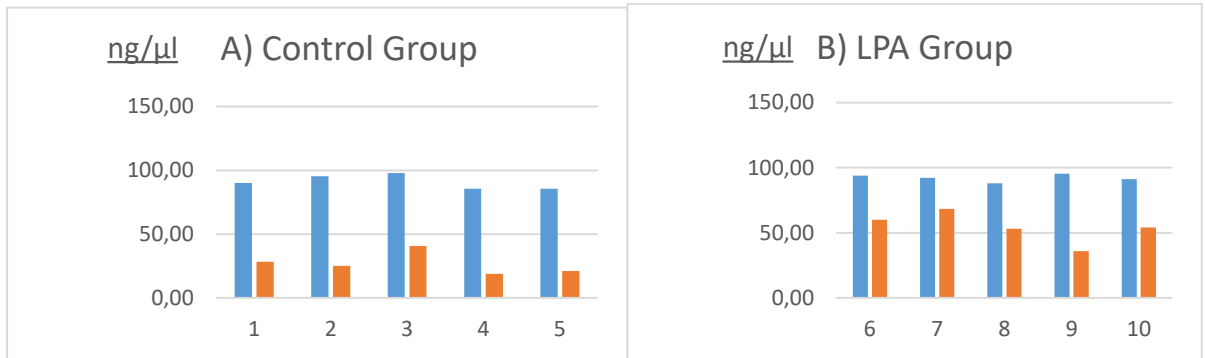


Figure 4. Appearance of the LPA pellet formed during the preparation of linear polyacrylamide. This pellet is completely dissolved in the last step of the LPA solution preparation.

DNA concentration measurements were made before and after ChIP application. In the concentration measurements made with the Nanodrop device in ng/ml (Table 1), the measurement results after the genomic DNA isolation process (before the ChIP application) were 90.15, 95.40,

98.00, 85.70, 85.60 ng/ml in the control group, while the results in the LPA group were 94.00, 92.20, 88.00, 95.45, 91.33 ng/ml. The mean DNA concentration of the control group was 90.97 ng/ml, while it was 92.20 ng/ml for the LPA group (Graph 1).



Graph 1. Comparison plot of DNA loss between ChIP initial DNA concentrations and sheared DNA concentrations obtained in ChIP adaptation. 1-5: Tube numbers

Table 1. Comparison of the concentrations obtained in DNA isolations before and after ChIP semi-application using LPA and without LPA.

No	DNA concentration (ng/µl)					
	After DNA isolation	Avarage after DNA isolation	After ChIP DNA isolation	Avarage after ChIP DNA isolation	DNA loss	Avarage of DNA loss
Control	1	90,15		28,45		61,70
	2	95,40		25,15		70,25
	3	98,00	90,97	40,63	20,84	57,37
	4	85,70		18,8		66,90
	5	85,60		21,17		64,43
LPA	6	94,00		60		34,00
	7	92,20	92,20	68,45	54,34	23,75
	8	88,00		53,14		34,86
	9	95,45		36		59,45
	10	91,33		54,12		37,21

Table 2. Results of Tukey test

(I)	Grup	(J)	Grup	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
							Lower Bound	Upper Bound	
TUKEY HSD	1	2	2	64,0240	0'	5,03517	.000	49,6183	78,4297
			3	-1,2260	0	5,03517	.995	-15,6317	13,1797
		4	36,6280	0'	5,03517	.000	22,2223	51,0337	
	2	1	1	-64,0240	0'	5,03517	.000	-78,4297	-49,6183
			3	-65,2500	0'	5,03517	.000	-79,6557	-50,8443
		4	-27,3960	0'	5,03517	.000	-41,8017	-12,9903	
	3	1	1	1,2260	0	5,03517	.995	-13,1797	15,6317
			2	-65,2500	0'	5,03517	.000	50,8443	79,6557
		4	-37,8540	0'	5,03517	.000	23,4483	52,2597	
	4	1	1	-36,6280	0'	5,03517	.000	-51,0337	-22,2223
			2	27,3960	0'	5,03517	.000	12,9903	41,8017
		3	-37,8540	0'	5,03517	.000	-52,2597	-23,4483	

*. The mean difference is significant at the 0.05 level

After DNA isolation for sheared DNA molecules during ChIP adaptation, DNA concentrations in the control group were determined as 28.45, 25.15, 40.63, 18.80, 21.17 ng/ml, and 60.00, 68.45, 53.14, 36.00, 54.12 ng/ml in the LPA group, respectively. After ChIP application, the mean DNA concentration of the control group was 20.84, while 54.34 ng/ml of the LPA group. In this case, when DNA concentrations loss due to ChIP application and DNA isolation is examined, the loss amounts were 61.70, 70.25, 57.37, 66.90, 64.43 ng/ml in the tubes of control group, 34.00, 23.75, 34.86, 59.45, 37.21 ng/ml in the tubes of LPA group.

When the loss in DNA isolations is compared, it is seen that the DNA concentration in the tube decreased from 90.97 ng/ml to 20.84 ng/ml in the control group before the ChIP experiment, and the average DNA loss was 64.13 ng/ml. However, in the LPA group, the average DNA concentration of 92.20 ng/ml in tubes before ChIP application decreased to 54.34 ng/ml in isolation using LPA after ChIP adaptation, and the average DNA loss was 37.85 ng/ml.

In order to determine whether the usage of different amounts of LPA solution (0 and 20 µl) in the isolation of sheared DNA fragments in the ChIP method increases the DNA isolation efficiency, the differences between the DNA concentration averages were determined and variance analysis was performed. In other words, the concentrations of DNA isolates in the experimental groups were compared. Experimental groups were first divided into two according to the DNA isolation stage as "Genomic DNA isolation Group" and "ChIP DNA isolation Group". Secondly, both groups were divided into "Control Group" and "LPA Group" according to whether LPA solution is used or not (Table 3).

Table 3. Experimental groups

	Genomic DNA	ChIP DNA
CONTROL	1. Group	2. Group
LPA	3. Group	4. Group

In descriptive data, the number of Groups is (N)=5, since the experiments were performed in 5 parallels. Average DNA concentrations were determined as 90.97 ng/ul in Group 1, 92.19 ng/ul in Group 3, 26.94 ng/ul in Group 2 and 54.34 ng/ul in Group 3.

In the normality test, 'Shapiro-Wilk' sigma values were $p(0.666) > 0.05$ for Genomic DNA group (Groups 1 and 3) and $p(0.488) > 0.05$ for ChIP DNA group (Groups 2 and 4). Since they are greater than 0,05, the data were considered to be normally distributed with 95% confidence. While the 'Kolmogorov-Smirnov' sigma value ($p. 0,200$) was found to be greater than 0.05 for both groups, the Skewness and Kurtosis values were also found to be between -1.5 and +1.5.

After it was determined that the data were normally distributed and the variances were homogeneous, the relationship between the use of LPA and the increase in isolation efficiency in the DNA isolation method performed to obtain ChIP DNA fragments with one-way ANOVA test was investigated. For this purpose, the mean concentrations (ng/ul) of Genomic DNA and ChIP DNA isolates in both the control group and the LPA group were compared.

Since the one-way ANOVA test sigma values were greater than $p(0.675) > 0.05$ between the 1. and 3. groups, it was determined that there was no statistically significant difference between the initial DNA concentrations in both groups. However, since sigma value $p(0.003)$ was smaller than 0,05 between the 2. and 4. groups, it was determined that there was a statistically significant difference between the DNA concentrations obtained in ChIP DNA isolation between the two groups.

To correlate these results between LPA and DNA concentration efficiency, the concentrations between the four groups were compared separately. For this purpose, the "Tukey test" was performed since the Sigma value of the "variance homogeneity test" was greater than 0.05 ($p > 0.05$).

In the Tukey test, 1st and 3rd groups, 2nd and 4th groups, 1st and 2nd groups, 3rd and 4th groups were compared separately (Table 3). Since Sig between 1. group and 3. group was greater than 0.005 ($p(0.995) > 0.005$), initial DNA concentrations in both groups were considered close to each other (equal).

Since Sig is smaller than 0,05 between 1.Group and 2. group ($p(0.000) < 0.005$), there is a statistically significant difference between the initial genomic DNA concentration of the experiment and the concentrations obtained as a result of re-isolation of sheared DNA fragments within CHIP adaptation. In other words, significant DNA loss was experienced.

Since Sigma was less than 0,05 between 3. group and 4. group ($p(0.000) < 0.005$), DNA loss was experienced as between 1. group and 2. group. In other words, there is a significant difference between the concentration of genomic DNA at the beginning of the experiment in 3. Group and the concentrations obtained as a result of re-isolation of DNA fragments fragmented within the scope of CHIP adaptation.

It was determined that Sigma was less than 0,05 between 2.Group and 4.Group ($p(0.000) < 0.005$). In this case, it was determined that there was a statistically significant difference between the ChIP DNA isolation groups in terms of DNA concentrations. Another statistical analysis to determine the relationship between LPA and the isolation efficiency of small size DNA fragments is the Independent Sample T-Test (Table 4). Sigma (2-tailed) values were determined as less than 0.05 between Groups 1 and 2, ($p(0.000) < 0.05$), greater than 0,05 between Groups 1 and 3 ($p(0.675) > 0.05$), and less than 0.05 between Groups 2 and 4 ($p(0.003) < 0.05$).

CONCLUSIONS

It is important that the yield is high in DNA isolation methods. While the isolation efficiency is generally high for large-size nucleic acid molecules such as genomic DNA, the yield is low because the amount of DNA lost is high in the isolation of some PCR products, restriction enzyme cut-off products or fragmented small-size DNA molecules.

For this reason, alternatives are being investigated to increase this efficiency with various approaches. One of these alternatives is the use of macromolecules such as glycogen, tRNA and LPA (Gaillard and Strauss, 1990). However, in using such matrices, it is expected that there will be no negative effects on downstream processes, the cost is low, and the application is easy and safe, and so on. In this respect, LPA is reported to be more advantageous than other macromolecules (Gaillard and Strauss, 1990).

Recovery of small-sized DNA molecules is one of the most important problems encountered in the ChIP method. In the ChIP method, which consists of many consecutive steps, the fact that the sheared DNA molecules cannot be re-isolated with 100% efficiency directly reduces the success of the ChIP method. Therefore, DNA isolation with minimal or no loss at this step is an extremely important strategy.

In this context, adapting LPA molecules, which are known to increase the isolation efficiency of small-sized DNA molecules, to the ChIP method may be an alternative approach to solving this problem. For this purpose, in this study, 5 parallel genomic DNA was isolated from cotton plant in two groups as "control" and "LPA" and ChIP application was started with equal amounts (~91.59 ng/μl) DNA molecule.

In the in vitro adaptation of ChIP without protein, DNA molecules were mechanically fragmented by ultrasonication and confirmed on agarose gel (Figure 3). As expected, DNA concentrations decreased to 20.84 ng/μl and 54.34 ng/μl in both the control group and LPA group, respectively, in the concentration measurements made as a result of the re-isolation of fragmented DNA molecules. According to these results, it was determined that there was 64.13 ng/μl DNA loss in the LPA-free control group and 37.85 ng/μl DNA loss in the LPA-treated group. When the statistical analysis of the obtained data was performed with the SPSS program, it was determined that the data were normally distributed and the variances were homogeneous.

Although the initial DNA molecules were statistically similar in the one-way ANOVA test, it was observed that the DNA concentrations obtained as a result of re-isolation of the sheared DNA molecules after ChIP adaptation were different from each other.

Similar results were obtained in the Independent-Sample T-Test, which is another statistical analysis to determine the effect of LPA use on DNA isolation efficiency. The absence of

a statistically significant difference between the 1st and 3rd groups in the t-test analysis means that equal amounts of DNA molecules were used in both the control group and the LPA group. The difference between the 1st group and the 2nd group, it is understood that the control group without LPA experienced DNA loss in the re-isolation performed in the ChIP adaptation.

Similarly, the difference between the 3rd and 4th groups revealed that DNA loss was also experienced in the "LPA group" in which LPA was used. However, in addition to all these results, the statistically significant difference between the 2nd Group and the 4th Group reveals an important result. Accordingly, DNA loss occurs when using LPA matrix, just like not using LPA, but using LPA significantly reduces this loss.

Based on these data, it has been proven that the LPA matrix can be used in the ChIP method, which is widely used in the elucidation of DNA-protein interactions but encounters some problems at various stages. In the ChIP method, LPA solution can be used to increase the yield and efficiency of re-isolation of sheared DNA molecules. However, more extensive new research is needed to optimize the use of LPA solutions in ChIP methods applied with different procedures in vitro and in vivo for a wide variety of organisms.

Acknowledgment

This study was supported by Aydın Adnan Menderes University Scientific Research Projects Unit within the scope of the project coded ZRF-16007.

REFERENCES

- Aparicio O, Geisberg J V, Sekinger E, Yang A, Moqtaderi Z., Struhl K (2005) Chromatin immunoprecipitation for determining the association of proteins with specific genomic sequences in vivo. *Current protocols in molecular biology*, Chapter 21 unit 3, 1-23.
- Avcı M K (2015) *Bacillus subtilis'e ait Yvfl transkripsiyon faktörünün doğrudan kontrolü altında olan genlerin EMSA ve ChIP yöntemleri ile belirlenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 200 s., İstanbul.
- Ayaz M, Emiroğlu Ş H (2016) Bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerinde değişik koza olgunluğu dönemlerinde yapılan defoliant uygulamalarının etkileri üzerine araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 13 (2).
- Barrett C L, Cho B K, Palsson B O (2011) Sensitive and accurate identification of protein-DNA binding events in ChIP-chip assays using higher order derivative analysis. *Nucleic acids research*, 39(5): 1656-1665.

- Bartram A, Poon C, Neufeld J (2009) Nucleic acid contamination of glycogen used in nucleic acid precipitation and assessment of linear polyacrylamide as an alternative co-precipitant. *BioTechniques*, 47(6): 1019–1022.
- Bovin N V (1998) Polyacrylamide-based glycoconjugates as tools in glycobiology. *Glycoconjugate Journal*, 15: 431–446.
- Collas P (2010) The current state of chromatin immunoprecipitation. *Molecular biotechnology*, 45(1): 87–100.
- Das P M, Ramachandran K, vanWert J, Singal R (2004) Chromatin immunoprecipitation assay. *BioTechniques*, 37(6): 961–969.
- de Jonge W J, Brok M, Kemmeren P, Holstege F C (2020) An optimized chromatin immunoprecipitation protocol for quantification of protein-DNA interactions. *Star Protocols*, 1(1): 100020.
- Dey B, Thukral S, Krishnan S, Chakrobarty M, Gupta S, Manghani C, Rani V (2012) DNA-protein interactions: methods for detection and analysis. *Molecular and cellular biochemistry*, 365(1-2): 279–299.
- Doyle J J, Doyle J L (1990) Isolation of Plant DNA from Fresh Tissue. *Focus*, 12(1): 13-15.
- Erarslan Z B, Koçyiğit M (2019) The Important Taxonomic Characteristics of the Family Malvaceae and the Herbarium Specimens in ISTE . *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, 3 (1): 1-7.
- Erkekoglu P, Baydar T (2014) Acrylamide neurotoxicity. *Nutritional neuroscience*, 17(2): 49-57.
- Euskirchen G M, Rozowsky J S, Wei C L., Lee W H, Zhang Z D, Hartman S., ... Snyder M (2007) Mapping of transcription factor binding regions in mammalian cells by ChIP: comparison of array-and sequencing-based technologies. *Genome research*, 17(6): 898-909.
- Fawcett P, Eichenberger P, Losick R, Youngman P (2000) The transcriptional profile of early to middle sporulation in *Bacillus subtilis*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2000;97: 8063–8068.
- Fidan M S, Ertaş M (2020) Optimization of Liquefaction Parameters of Cotton Burrs (*Gossypium hirsutum* L.) for Polyurethane-Type Isolation Foams . *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty* , 20 (1): 15-24 .
- Gaillard C, Strauss F (1990) Ethanol precipitation of DNA with linear polyacrylamide as carrier. *Nucleic acids research*, 18(2): 378.
- Greulich F, Mechtidou A, Horn T, Uhlenhaut N H (2021) Protocol for using heterologous spike-ins to normalize for technical variation in chromatin immunoprecipitation. *STAR Protocols*, 2(3):100609.
- Güvercin R Ş, Sunulu S (2010) Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L. x *Gossypium barbadense* L.) Melezlerinin Lif Özelliklerinde Heterosis ve Korelasyon Katsayıları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* , 20 (2): 68-74.
- Haliloğlu H, Cevheri C İ, Beyyavaş V (2020) The effect of defoliant application on yield and yield components of some cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars at timely and late sowing . *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4 (2):157-164 .
- Harada A, Kimura H, Ohkawa Y (2021) Recent advance in single-cell epigenomics, *Current Opinion in Structural Biology*, 71: 116-122.
- Haring M, Offermann S, Danker T, Horst I, Peterhansel C, Stam M (2007) Chromatin immunoprecipitation: optimization, quantitative analysis and data normalization. *Plant methods*, 3(1): 1-16.
- He L., Yu W, Zhang W, Zhang L (2021) An optimized two-step chromatin immunoprecipitation protocol to quantify the associations of two separate proteins and their common target DNA. *STAR Protocols*, 2 (2): 100504.
- Ho J W, Bishop E, Karchenko P V, Nègre N, White K P, Park P J (2011) ChIP-chip versus ChIP-seq: lessons for experimental design and data analysis. *BMC genomics*, 12: 134.
- Holliday H, Khoury A, Swarbrick A (2021) Chromatin immunoprecipitation of transcription factors and histone modifications in Comma-D β mammary epithelial cells. *STAR protocols*, 2(2):100514.
- Hoshino A, Fujii H (2009) Insertional chromatin immunoprecipitation: a method for isolating specific genomic regions. *Journal of bioscience and bioengineering*, 108(5):446–449.
- Köken İ, İlker E (2020) Ege Bölgesine Uygun Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 17 (1): 15-20 .
- Kuo M H, Allis C D (1999) In vivo cross-linking and immunoprecipitation for studying dynamic protein: DNA associations in a chromatin environment. *Methods*, 19(3): 425-433.
- Liu S S, Zheng H X, Jiang H D, He J, Yu Y, Qu Y P, ..., Li Y (2012) Identification and characterization of a novel gene, c1orf109, encoding a CK2 substrate that is involved in cancer cell proliferation. *Journal of biomedical science*, 19(1): 1-11.
- Lukoseviciute M, Ling I, Senanayake U, Candido-Ferreira I, Taylor G, Williams R M, Sauka-Spengler T (2020) Tissue-Specific In Vivo Biotin Chromatin Immunoprecipitation with Sequencing in Zebrafish and Chicken. *STAR protocols*, 1(2):100066.

- Martin E M, On D M, Bowers E C, McCullough S D (2019) Chapter 5-1 - Chromatin Immunoprecipitation: An Introduction, Overview, and Protocol. Ss 313-346. McCullough, S.D., Dolinoy, D. C. 2019. *Toxicoepigenetics*, Academic Press.
- Molle V, Nakaura Y, Shivers R P, Yamaguchi H, Losick R, Fujita Y, Sonenshein A L (2003) Additional targets of the *Bacillus subtilis* global regulator CodY identified by chromatin immunoprecipitation and genome-wide transcript analysis. *Journal of bacteriology*, 185(6): 1911–1922.
- Oshino A, Fujii H (2009) Insertional chromatin immunoprecipitation: a method for isolating specific genomic regions. *Journal of bioscience and bioengineering*, 108(5): 446–449.
- Peláez-andérica E, Rey F, López M, Gil J (2018) Genetic diversity and phylogenetic relationships of a potential cotton collection for European breeding research. *Turkish Journal of Botany*, 42 (2): 172-182.
- Pillai S, Chellappan S P (2009) ChIP on chip assays: genome-wide analysis of transcription factor binding and histone modifications. *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.), 523: 341–366.
- Posé D, Yant L (2016) DNA-Binding Factor Target Identification by Chromatin Immunoprecipitation (ChIP) in Plants. *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.), 1363: 25–35.
- Ranawaka B, Tanurdzic M, Waterhouse P, Naim F (2020) An optimised chromatin immunoprecipitation (ChIP) method for starchy leaves of *Nicotiana benthamiana* to study histone modifications of an allotetraploid plant. *Mol Biol Rep*, 47: 9499–9509.
- Samancı B, Özkaynak E (2000) Antalya koşullarında pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşit ve hatlarında bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 113 - 122.
- Sauvé S, Tremblay L, Lavigne P (2004) The NMR solution structure of a mutant of the Max b/HLH/LZ free of DNA: insights into the specific and reversible DNA binding mechanism of dimeric transcription factors. *Journal of molecular biology*, 342(3): 813–832.
- Schmidt D, Wilson M D, Spyrou C, Brown G D, Hadfield J, Odom D T (2009) ChIP-seq: using high-throughput sequencing to discover protein-DNA interactions. *Methods* (San Diego, Calif.), 48(3): 240–248.
- Schoppee Bortz P D, Wamhoff B R (2011) Chromatin Immunoprecipitation (ChIP): Revisiting the Efficacy of Sample Preparation, Sonication, Quantification of Sheared DNA, and Analysis via PCR. *PLoS ONE* 6(10).
- Sırma-Ekmeççi S, Abacı N, Güleç Ç, Üstek D (2014) Kromozom İmmunopresipitasyon Metodu (ChIP Dizileme) ile Transkripsiyon Faktörü Bağlanma Bölgelerinin Saptanması. *Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 3 (6).
- Singh P, Szabó P E (2012) Chromatin immunoprecipitation to characterize the epigenetic profiles of imprinted domains. *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.), 925: 159–172.
- Spencer V A, Sun J M, Li L., Davie J R (2003) Chromatin immunoprecipitation: a tool for studying histone acetylation and transcription factor binding. *Methods* (San Diego, Calif.), 31(1): 67–75.
- Sullivan A E, Santos S D M (2020) An Optimized Protocol for ChIP-Seq from Human Embryonic Stem Cell Cultures. *STAR Protocols*, 1 (2): 100062.
- Tian Y, Zhang T (2021) MIXTAs and phytohormones orchestrate cotton fiber development. *Current opinion in plant biology*, 59:101975.
- Tokel D (2021) Dünya pamuk tarımı ve ekonomiye katkısı. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2): 1022-1037.
- Wang J, Lu J, Gu G, Liu Y (2011) In vitro DNA-binding profile of transcription factors: methods and new insights. *Journal of endocrinology*, 210(1):15.
- Wang L, Wang G, Long L, Altunok S, Feng Z, Wang D, Khawar K M, Mujtaba M (2020) Understanding the role of phytohormones in cotton fiber development through omic approaches; recent advances and future directions. *International journal of biological macromolecules*, 163: 1301–1313.
- Weinmann A S, Farnham P J (2002) Identification of unknown target genes of human transcription factors using chromatin immunoprecipitation. *Methods*, 26 (1): 37-47.

Karabuğdayın Arıcılık Açısından Önem Arz Eden Bazı Bitkisel Özelliklerinin Farklı Ekim Zamanlarına Göre Değişimi

Erdal ÇAÇAN^{*1}, **Selim ÖZDEMİR¹**, **Kağan KÖKTEN²**, **Rıdvan UÇAR³**, **Muammer EKMEKÇİ⁴**, **Mehmet Ali KUTLU¹**, **Sam MOKHTARZADEH⁵**

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye

³Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Denizli, Türkiye

⁴Bingöl Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, Türkiye

⁵Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Düzce, Türkiye

Öz: Karabuğday bitkisinin arıcılık açısından önem arz eden bazı bitkisel özelliklerinin farklı ekim ve sayım zamanlarına göre değişimini incelemek amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Çalışmada karabuğdayın Güneş çeşidi materyal olarak kullanılmış olup, çalışma 2021 ve 2022 yıllarında Bingöl ili ekolojik koşullarında kurulmuştur. Çalışma konusu olarak dört ekim zamanı seçilmiş ve farklı günlerde alınan gözlem ve incelemelerle bu ekim zamanlarının karabuğday bitkisinin arıcılık açısından önemli bazı bitkisel özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada incelenen bitki boyu, bitki başına çiçek salkımı sayısı, metrekaire başına bitki sayısı, metrekaire başına çiçek salkımı sayısı, tohum verimi ve bin tane ağırlığı açısından ekim zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bitki boyu, bitki başına çiçek salkımı sayısı ve bin tane ağırlığı açısından birinci ve ikinci ekim zamanlarının, metrekaire başına bitki ve çiçek salkımı sayıları ile tohum verimi açısından ise sadece birinci ekim zamanının en yüksek değerleri verdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak Bingöl ili ve benzeri ekolojik koşullarda gerek arıcılık açısından gerekse de tohum üretimi açısından yapılacak karabuğday ekimlerinin imkanlar dahilinde erken yapılmasının (Nisan ayının ikinci yarısı) üretici açısından avantajlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Arı bitkisi, arı merası, karabuğday, *Fagopyrum esculentum*

Changes of Some Plant Properties of Buckwheat with Importance for Beekeeping According to Different Sowing Times

Abstract: This study was conducted to investigate the changes in some plant properties of buckwheat that are important for beekeeping, according to different sowing times and counting times. Güneş variety of buckwheat was used as plant material, and the study was established in the ecological conditions of Bingöl province between 2021 and 2022. Four sowing times were chosen as the study subject and the effects of these sowing times on some important plant characteristics of buckwheat in terms of beekeeping were examined with observations and examinations taken on different days. It was observed that there were statistically significant differences between sowing times in terms of plant height, number of inflorescences per plant, number of plants per square meter, number of inflorescences per square meter, seed yield and thousand-seed weight. It was determined that the first and second sowing times gave the highest values in terms of plant height, number of inflorescences per plant and thousand grain weight, and only the first sowing time in terms of plant and inflorescences numbers per square meter and seed yield. As a result, it was concluded that buckwheat sowing as early as possible (second half of April) would be advantageous for the producers in terms of both beekeeping and seed production in Bingöl province and similar ecological conditions.

Anahtar kelimeler: Bee plant, bee pasture, buckwheat, *Fagopyrum esculentum*

GİRİŞ

Asya kökenli olan Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) bitkisi *Polygonaceae* (Kuzukulağigiller) familyasına ait, tek yıllık bir bitkidir. Karabuğday bitkisinin boyu 60-120 cm arasında olup, kırmızı renkli gövdesi birden çok dal çıkarmaktadır. Bitkinin çiçekleri, dalların ucunda bulunmaktadır. Bu bitkinin yaprakları oval ya da üçgen görünüme sahip olup 2-8 cm uzunluğundadır. Karabuğdayın kokulu çiçekleri beyaz, pembe veya kırmızıdır. Kök gelişimi yüzlek ve kazık köklüdür. Bu bitkinin serin iklim ve sıcak iklim tahıllarından ayrıldığı temel farklılık çift çenekli olmasıdır. Üçgen şeklinde olan karabuğday tohumu keskin hatlı olup kahve, gri ve siyah renktedir (Yazgan, 2022).

Karabuğday tanesi nişasta, protein, vitamin, diyet lifi, doymamış yağ asitleri, mineral maddeler, rutin ile quercetin

gibi antioksidanlar ihtiva etmektedir (Dizlek ve ark., 2009; Acar ve ark., 2011). Karabuğdayın tanesi nişasta ve lif içerdiğinden dolayı tahıl tanesine benzemektedir olup, tüm aminoasitler bakımından ve bünyesinde bulunan sülfür içeren aminoasitlerle birlikte orantılı aminoasit içeriği bakımından yüksek besin değerine sahiptir (Fabjan et al., 2003).

***Sorumlu Yazar:** ecacan@bingol.edu.tr

Bu çalışma, Bingöl Üniversitesi Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi Tarafından (Proje No: PİKOM-Bitki.2019.001) desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 27 Aralık 2022

Kabul Tarihi: 09 Haziran 2022

Nemli ve serin iklimler karabuğday yetiştiriciliği için uygun iklimler olarak bilinmektedir. Bu bitkinin yetiştirme süresinin kısa olması ve düşük sıcaklıklarda gelişebilmesi nedeniyle yüksek rakımlarda ve kuzey enlemlerde kültürü yapılabilmektedir. Karabuğday, çoğu ülkede bal üretimi için nektar kaynağıdır. İkinci ürün olarak kültüre alınan karabuğday bitkisi, diğer bitki çiçeklerinin azaldığı dönemde çiçeklendiğinden ve ayrıca vejetasyon süresinin birçok bitkiye nazaran daha kısa olmasından dolayı arıcılar için önemli bir kaynaktır (Yavuz ve ark., 2016; Alkay ve Kökten, 2020; Ekmekçi ve ark., 2022).

Genel olarak bakıldığında karabuğday insan ve hayvan beslenmesinde önemli rol oynamakta olup, arılar için zengin bir nektar kaynağıdır. Dolayısıyla ender bulunan bu bitkinin balı, kendine özgün değeri olan bir üründür (Alkay ve Kökten, 2020). Karabuğday, çoğu ülkede yetiştirilmesine rağmen Türkiye’de yaygın şekilde kültürü yapılmamaktadır. Bu bitkinin vejetasyon süresinin kısa olması ve ikinci ürün olarak kültüre alınabilmesi gibi özelliklerinden dolayı arıcılık açısından önemli ve alternatif bir bitki olabilmektedir.

Farklı bitkilerin arıcılık açısından değerlendirildiği çalışmalarda bitki boyu, bitki başına çiçek sayıları, m² başına çiçek sayıları, m² başına bitki sayıları, bin tane ağırlığı ve tohum verimi gibi özelliklerin incelendiği görülmektedir (Çaçan ve ark., 2022; Kutlu ve ark., 2022; Özdemir ve ark., 2022). Farklı ekim zamanları da diğer bitkilerde olduğu gibi karabuğdayın da bitkisel özellikleri üzerinde etkili olan bir faktördür. Bu özelliklerin bilinmesi durumunda, yani bunların azlığı ve fazlalığının tespit edilmesi durumunda, üreticinin bu bitkiden arıcılık açısından ne düzeyde ve ne kadar sürede istifade edebileceği önceden ön görülebilecektir. Ayrıca bu bitkiler, arıcılık açısından değerlendirildikten sonra ne kadar tohum verimi elde edileceği de önceden edilebilecektir.

Bu nedenle bu çalışmada, arıcılık açısından önem arz eden karabuğday bitkisinin bazı bitkisel özelliklerinin farklı ekim ve sayım zamanlarına göre değişiminin incelenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada karabuğdayın Güneş çeşidi, bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Güneş çeşidi, 2014 yılında Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil edilmiştir. Çeşidin, ülkemizin her bölgesinde yetiştirildiği, bitki boyunun 85-100 cm, dane veriminin 100-

180 kg/da, ekim zamanının ana ürün olarak 15 Nisan -15 Mayıs, ikinci ürün olarak 15-30 Temmuz olduğu ve bin tane ağırlığının da 22-30 g arasında olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2023).

Araştırma, Bingöl Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi alanında yürütülmüştür. Bu alan, 38° 32’ 41.85” K ile 40° 32’ 25.58” D koordinatlarında yer almakta ve deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1080 m’dir.

1961-2021 yıllar arası iklim verilerine göre denemin kurulduğu vejetasyon döneminde Bingöl ilinin ortalama sıcaklık değeri 19.0 °C, toplam yağış miktarı 218.7 mm ve ortalama nispi nem oranı da %49.9 olarak kayıt altına alınmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü aylara bakıldığında 2021 yılında sıcaklık 21.9 °C, 2022 yılında 19.8 °C olduğu ve bu sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Alınan toplam yağış miktarının 2021 yılında 27.8 mm, 2022 yılında 171.7 mm olduğu ve bu yağış miktarlarının uzun yıllar ortalamasına göre (218.7 mm) daha düşük, 2021 yılında elde edilen %35.6 ve 2022 yılında elde edilen %42.7 nispi nem değerlerinin de uzun yıllar ortalamasına göre (%49.9) daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü ayları uzun yıllar ortalaması ile karşılaştırdığımızda, bu ayların uzun yıllara göre daha sıcak, toplam yağış miktarı ve nispi nem de daha az olarak kayıt altına alındığı görülmüştür (MGM, 2022) (Çizelge 1).

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında yapılan toprak analizine göre toprak yapısının killi-tınlı yapıda olduğu, hafif derecede asidik (pH: 6.26), tuzsuz (%0.014), organik madde içeriği az (%1.09), az kireçli (%0.41), potasyum içeriğinin az (18.27 kg/da) ve fosfor oranının orta (7.60 kg/da) olduğu tespit edilmiştir.

Yöntem

Karabuğday bitkisinin dört farklı ekim zamanı ve bunların arıcılık açısından önem arz eden bazı özelliklerinin belirlenmesi araştırma konusu olarak seçilmiştir. Bu nedenle denemede parsellerin sıra uzunluğu 20 m ve sıra arası mesafe 40 cm olarak tutulmuş ve her ekim zamanı için 12 sıra olacak şekilde ekim yapılmıştır. Dekar başına 8 kg tohumluk kullanılmış ve saf madde üzerinden ekim ile birlikte 4 kg/da azot, 10 kg/da fosfor olacak şekilde DAP (Diamonyum fosfat) gübresi ile gübreleme yapılmıştır (Akçura, 2013; Güllap ve ark., 2021). Çalışmada damlama sulama yöntemiyle, ortalama haftada bir defa olmak üzere tüm parsellerde sulama yapılmıştır.

Çizelge 1. Bingöl iline ait 2021, 2022 ve uzun yıllar iklim verileri (MGM, 2022)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Nispi Nem (%)		
	2021	2022	Uzun Yıllar	2021	2022	Uzun Yıllar	2021	2022	Uzun Yıllar
Nisan	14.3	13.9	10.9	22.5	50.7	110.1	50.2	45.2	61.1
Mayıs	20.4	15.1	16.2	3.3	99.0	80.6	33.3	56.2	56.9
Haziran	24.4	23.0	22.2	1.8	22.0	21.1	30.2	40.3	44.3
Temmuz	28.4	27.0	26.7	0.2	0.0	6.9	28.6	29.2	37.2
Ort./Toplam	21.9	19.8	19.0	27.8	171.7	218.7	35.6	42.7	49.9

Çizelge 2. Karabuğdayın 2021 ve 2022 yıllarına ait farklı zamanlarda yapılan ekim ve hasat tarihleri

Ekim zamanları	2021 yılı		2022 yılı	
	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Ekim tarihi	Hasat tarihi
Birinci ekim	20 Nisan 2021	17 Temmuz 2021	22 Nisan 2022	15 Temmuz 2022
İkinci ekim	30 Nisan 2021	17 Temmuz 2021	02 Mayıs 2022	22 Temmuz 2022
Üçüncü ekim	10 Mayıs 2021	27 Temmuz 2021	12 Mayıs 2022	29 Temmuz 2022
Dördüncü ekim	20 Mayıs 2021	27 Temmuz 2021	22 Mayıs 2022	29 Temmuz 2022

Karabuğdayın 2021 ve 2022 yıllarına ait farklı ekim zamanlarında gerçekleştirilen ekim ve hasat tarihleri Çizelge 2’de verilmiştir. Bitkilerin fenolojik olarak aynı özellikte olmalarına dikkat edilerek hasat zamanı belirlenmiştir.

Karabuğdayın 2021 ve 2022 yıllarında farklı sayım zamanlarına ait tarihler de Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Karabuğdayın 2021 ve 2022 yıllarında yapılan sayımlara ait tarihler

Sayım zamanları	2021 yılı	2022 yılı
1. Sayım zamanı	08.06.2021	06.06.2022
2. Sayım zamanı	11.06.2021	09.06.2022
3. Sayım zamanı	14.06.2021	13.06.2022
4. Sayım zamanı	17.06.2021	16.06.2022
5. Sayım zamanı	21.06.2021	20.06.2022
6. Sayım zamanı	24.06.2021	23.06.2022
7. Sayım zamanı	28.06.2021	27.06.2022
8. Sayım zamanı	01.07.2021	30.06.2022

2021 yılında birinci ve ikinci ekim zamanları için 08 Haziran, üçüncü ekim zamanı için 14 Haziran ve dördüncü ekim zamanı için 21 Haziran, 2022 yılında birinci ekim zamanı için 6 Haziran, ikinci ekim zamanı için 9 Haziran, üçüncü ekim zamanı için 20 Haziran ve dördüncü ekim zamanı için de 30 Haziran tarihlerinde gözlem ve ölçümler alınmaya başlanmıştır.

Gözlem ve ölçümler alınmadan önce ve bitkiler çiçeklenmeye başladıktan sonra her parselde 3 tekerrür olacak şekilde 1 m²’lik alan belirlenmiştir. Bu alan içerisinde 10 adet bitki seçilerek bitki boyu ölçülmüş ve 10 bitki üzerindeki çiçek salkımı sayılarak bitki başına çiçek salkımı sayısı elde edilmiştir. Metrekaredeki bitki sayısı, 1 m²’lik alan içerisindeki bitki sayısı sayılarak elde edilmiştir. Bitki sayısı ve bitki başına salkım sayısı da çarpılarak m² başına çiçek salkımı sayısı elde edilmiştir. Parsellerdeki tohumlar tamamen olgunlaştıktan sonra 1 m²’lik alan hasat edilmiştir. Hasat edilen alandan elde edilen otlar el yardımıyla harman edilerek, her ekim zamanına ait tohum miktarı elde edilmiştir. Elde edilen tohum miktarından hareketle tohum verimi ve her ekim zamanı için dört adet 100’er tohumun tartılıp on ile çarpılması ile de bin tane ağırlıkları hesaplanmıştır.

2021 ve 2022 yıllarında elde edilen veriler birleştirilerek, JMP istatistik paket programı yardımıyla tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamaların farklılıkları 0.05 seviyesinde Tukey testi ile karşılaştırılmıştır (JMP, 2018).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada karabuğdayın bitki boyu, bitki başına çiçek sayısı,

m² başına bitki sayısı, m² başına çiçek salkımı sayısı, tohum verimi ve bin tane ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Bu özelliklerin 2021 ve 2022 yıllarına ait birleştirilmiş varyans analizi sonucu elde edilen “F” değerleri ve önemlilik düzeyleri Çizelge 4’te verilmiştir. Tohum verimi ve bin tane ağırlığı için “sayım zamanı” faktörü yerine, “yıl” faktörü değerlendirmeye alınmıştır. İncelenen özelliklerden bitki boyu, bitki başına salkım sayısı, m²’de bitki ve m²’de çiçek salkımı sayıları ekim zamanı ve sayım zamanı açısından gösterdikleri farklılıkların istatistiksel olarak önemli, tohum verimi ve bin tane ağırlıkları ise sadece ekim zamanları açısından gösterdikleri farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Karabuğdayın Farklı Ekim ve Sayım Zamanlarına Göre Değişen Bitki Boyu

2021 ve 2022 yıllarının ortalaması olarak karabuğdaydan, farklı ekim ve farklı sayım zamanlarında elde edilen bitki boyu değişimi Çizelge 5’te verilmiştir. Sayım zamanı açısından bakıldığında bitki boyunun birinci ve ikinci sayım zamanlarında en düşük değerlerini verdiği, zaman ilerledikçe bitki boyunda artışın meydana geldiği, bitki boyunun en yüksek değerine yedinci sayım zamanında ulaştığı görülmektedir. Ekim zamanları açısından ise karabuğdayın en yüksek bitki boyu değerlerini birinci ve ikinci ekim zamanlarında verdiği, diğer zamanlarında yapılan ekimlerden daha düşük bitki boylarının elde edildiği belirlenmiştir. Ekim zamanı x sayım zamanı interaksiyonu önemli bulunmuştur. İnteraksiyon açısından bakıldığında da birinci ve ikinci ekim zamanlarından daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Birinci ve ikinci ekim zamanlarında, karabuğday doğal yağışlardan yeterli kadar istifade etmiştir. Üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında ise her ne kadar sulama yapılmış olsa da doğal yağışların azlığı ve sıcakların artması nedeniyle daha düşük bitki boyu elde edilmiştir. Birinci ve ikinci ekim zamanlarında bitki boyunun önce arttığı, belli bir seviyeye ulaştığı ve bu seviyeden sonra bitki boyunda bir miktar azalma olduğu görülmektedir. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasına rağmen çiçeklenme aşamasının yavaş yavaş bitmesi ve bitkinin bir miktar su kaybetmesi ile açıklanabilir. Karabuğdayın bitki boyu 11.0-53.1 cm arasında değişim göstermiş ve ortalaması 31.2 cm olarak elde edilmiştir (Çizelge 5).

Daha önceki çalışmalarda karabuğdayda bitki boyu; Acar ve ark. (2011) tarafından 87.9-89.3 cm, Özyazıcı (2020) tarafından 67.9 cm, Özdemir ve Kökten (2022) tarafından 67.1 cm olarak elde edilen değerlerinden düşük, Güllap ve ark. (2021) tarafından 52.3 cm ve Ekmekçi ve ark. (2022) tarafından 55.6 cm olarak elde edilen değerler ile yakın

olduğu görülmüştür. Bitki boyu ortalamasının diğer çalışmalara göre bir miktar düşük elde edilmesinin nedeni, mevcut çalışmada ekim ve sayım zamanlarının ortalamaya alınmasıdır. Tüm parsellerde eşit bir şekilde sulama yapılmasına rağmen özellikle üçüncü ve dördüncü ekim

zamanları geç yapılan ekimler olduğundan, bu ekim zamanlarında daha düşük bitki boyları elde edilmiştir. Dolayısıyla bu ekim zamanlarından elde edilen düşük bitki boyları da genel ortalamanın daha düşük olmasına sebebiyet vermiştir.

Çizelge 4. 2021 ve 2022 yıllarında varyans analizi sonucu elde edilen F değerleri ve önemlilik kontrolü

	Serbestlik derecesi	Bitki boyu	Bitki başına çiçek salkımı	m ² 'de bitki	m ² 'de çiçek salkımı	Tohum verimi	Bin tane ağırlığı
Bloklar	2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	1.9
Sayım zamanı	7	27.1**	1.1	8.9**	2.5*	0.1	0.9
Ekim zamanı	3	128.1**	48.1**	181.3**	65.7**	134.0**	15.6**
Sayım x Ekim	21	6.5**	6.5**	2.7**	4.8**	0.1	0.4

*: P≤0.05, **: P≤0.01

Çizelge 5. Karabuğdayda ekim zamanı ve sayım zamanına göre bitki boyu değişimi

	Birinci Ekim	İkinci Ekim	Üçüncü Ekim	Dördüncü Ekim	Ortalama
Birinci sayım	40.4 a-d	23.5 cde	0.0 f	0.0 f	16.0 E
İkinci sayım	45.3 abc	39.1 a-d	0.0 f	0.0 f	21.1 DE
Üçüncü sayım	46.4 ab	52.7 a	16.1 ef	0.0 f	28.8 CD
Dördüncü sayım	50.7 a	44.0 a-d	16.6 ef	0.0 f	27.8 CD
Beşinci sayım	44.0 a-d	41.1 a-d	27.7 b-e	13.1 ef	31.4 C
Altıncı sayım	44.9 a-d	47.7 ab	40.0 a-d	11.0 ef	35.9 BC
Yedinci sayım	48.6 ab	43.3 a-d	46.5 ab	23.4 de	40.4 AB
Sekizinci sayım	45.6 ab	53.1 a	49.4 ab	46.6 ab	48.7 A
Ortalama	45.7 A	43.0 A	24.5 B	11.7 C	31.2

Farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Karabuğdayın Farklı Ekim ve Sayım Zamanlarına Göre Değişen Bitki Başına Çiçek Salkımı Sayıları

2021 ve 2022 yıllarının ortalaması olarak karabuğdaydan, farklı ekim ve farklı sayım zamanlarında elde edilen bitki başına çiçek salkım sayıları Çizelge 6'da verilmiştir. Sayım zamanı açısından bakıldığında bitki başına çiçek salkımı sayılarının istatistiksel olarak bir farklılık göstermediği ve ortalamanın 10.0-14.5 adet arasında değiştiği görülmektedir. Ekim zamanları açısından ise karabuğdayın en yüksek bitki başına çiçek salkımı sayısını birinci ve ikinci ekim zamanlarında verdiği ve ekim zamanı geciktikçe bitki başına çiçek salkımı sayısının da azaldığı görülmektedir. Ekim zamanı x sayım zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur. İnteraksiyon açısından bakıldığında da birinci ve ikinci ekim zamanlarının erken sayımlarından daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Tıpkı bitki boyunda olduğu gibi karabuğdayın erken dönemlerde doğal yağışlardan yeteri kadar istifade etmesi ve çimlenme, gelişme aşamalarında yüksek sıcaklıklara maruz kalmaması sebebiyle, erken

yapılan ekimlerde bitkinin daha iyi bir gelişme gösterdiği ve bu durumun bitkinin daha fazla çiçek açmasına yol açtığı öngörülmektedir. Erken ekimlerin ilk sayımlarında fazla çiçeklenen karabuğday bitkisinin tozlaşma ve dölleme neticesiyle sonraki sayım zamanlarında doğal olarak açtığı sayısının azaldığı görülmektedir. Karabuğdayın ortalama bitki başına çiçek salkımı sayısı 12.6 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 6).

Çalışmadan elde edilen bulgular ile benzer şekilde karabuğdayda; Slawinska ve Obendorf (2001) bitki başına çiçek sayısını 20-80 adet, Halbrech *et al.* (2005) bitki başına çiçek sayısını 10-40 adet, Debnath *et al.* (2008) bitkide çiçek sayısını 24.8-45.8, Cepkova *et al.* (2009) bitki başına çiçek sayısını 5-81 adet, Katar ve Katar (2017) bitki başına salkım sayısını 12.15 adet, Özyazıcı (2020) kömeç (salkım) sayısını bitki başına 12.8 adet, Biçer ve Özyazıcı (2020) kömeç (salkım) sayısını 7.45 adet, Arslan (2021) ise salkım sayısını oransal olarak %11.84-18.40 arasında elde etmiştir.

Çizelge 6. Karabuğdayda farklı ekim zamanı ve sayım zamanına göre bitki başına çiçek salkımı sayılarının değişimi

	Birinci Ekim	İkinci Ekim	Üçüncü Ekim	Dördüncü Ekim	Ortalama
Birinci sayım	26.7 abc	13.3 b-g	0.0 g	0.0 g	10.0
İkinci sayım	31.1 a	18.9 a-e	0.0 g	0.0 g	12.5
Üçüncü sayım	28.5 ab	23.1 a-e	6.6 efg	0.0 g	14.5
Dördüncü sayım	21.5 a-e	28.9 ab	6.7 efg	0.0 g	14.3
Beşinci sayım	15.3 a-g	24.8 a-d	15.0 a-g	1.9 fg	14.2
Altıncı sayım	11.7 c-g	17.2 a-f	10.4 c-g	9.7 d-g	12.2
Yedinci sayım	11.5 c-g	14.5 a-g	12.4 b-g	7.0 efg	11.3
Sekizinci sayım	6.7 efg	10.5 c-g	11.3 c-g	18.0 a-f	11.6
Ortalama	19.1 A	18.9 A	7.8 B	4.6 B	12.6

Farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Karabuğdayın Farklı Ekim ve Sayım Zamanlarına Göre Değişen Metrekarede Bitki Sayıları

2021 ve 2022 yıllarında ortalaması olarak karabuğdaydan, farklı ekim ve farklı sayım zamanlarında elde edilen metrekarede bitki sayıları Çizelge 7’de verilmiştir.

Sayım zamanı açısından bakıldığında metrekare başına bitki sayısının üçüncü ve sekizinci sayım zamanları arasında en yüksek değerlerini verdiği görülmektedir. Ekim zamanları açısından ise karabuğdayın en yüksek metrekare başına bitki sayısını birinci ekim zamanında verdiği ve ekim zamanı geciktikçe metrekare başına bitki sayısının azaldığı görülmektedir. Ekim zamanı x sayım zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur. İnteraksiyon açısından bakıldığında da en yüksek değerlerin birinci ekim zamanından elde edildiği

Çizelge 7. Karabuğdayda ekim zamanı ve sayım zamanına göre metrekarede bitki sayılarının değişimi

	Birinci Ekim	İkinci Ekim	Üçüncü Ekim	Dördüncü Ekim	Ortalama
Birinci sayım	109.8 abc	15.8 gh	0.0 h	0.0 h	31.4 C
İkinci sayım	117.1 ab	53.8 efg	0.0 h	0.0 h	42.7 BC
Üçüncü sayım	124.3 ab	57.8 d-g	30.2 fgh	0.0 h	53.1 AB
Dördüncü sayım	134.8 a	78.8 b-f	30.5 fgh	0.0 h	61.0 AB
Beşinci sayım	128.8 ab	83.0 b-e	52.5 efg	28.0 gh	73.1 A
Altıncı sayım	119.3 ab	62.3 c-g	49.8 e-h	40.4 e-h	68.0 A
Yedinci sayım	111.0 abc	66.3 c-g	50.5 e-h	33.7 e-h	65.4 A
Sekizinci sayım	106.3 a-d	41.8 e-h	41.8 e-h	51.4 efg	60.3 AB
Ortalama	118.9 A	57.4 B	31.9 C	19.2 C	56.9

Farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Karabuğdayın Farklı Ekim ve Sayım Zamanlarına Göre Değişen Metrekarede Çiçek Salkımı Sayıları

2021 ve 2022 yıllarının ortalaması olarak karabuğdaydan, farklı ekim ve farklı sayım zamanlarında elde edilen metrekarede çiçek salkımı sayıları Çizelge 8’de verilmiştir.

Sayım zamanı açısından bakıldığında metrekare başına çiçek salkımı sayısının sadece sekizinci sayım zamanında en düşük değerlerini verdiği, diğer sayım zamanlarının daha yüksek ve istatistiksel olarak aynı grupta olduğu görülmektedir. Ekim zamanları açısından ise karabuğdayın en yüksek metrekare başına çiçek salkımı sayısını birinci ekim zamanında verdiği ve

Çizelge 8. Karabuğdayda farklı ekim zamanı ve sayım zamanına göre metrekarede çiçek salkımı sayılarının değişimi

	Birinci Ekim	İkinci Ekim	Üçüncü Ekim	Dördüncü Ekim	Ortalama
Birinci sayım	3145 abc	395 ef	0 f	0 f	885 AB
İkinci sayım	3789 a	855 ef	0 f	0 f	1161 AB
Üçüncü sayım	3637 ab	1154 def	393 ef	0 f	1296 AB
Dördüncü sayım	2935 a-d	2175 a-e	419 ef	0 f	1382 A
Beşinci sayım	2070 a-e	1949 b-e	941 ef	107 f	1267 AB
Altıncı sayım	1470 c-f	1024 ef	530 ef	777 ef	950 AB
Yedinci sayım	1348 c-f	928 ef	625 ef	467 ef	842 AB
Sekizinci sayım	732 ef	440 ef	444 ef	795 ef	603 B
Ortalama	2391 A	1115 B	419 C	268 C	1048

Farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Karabuğdayın Farklı Ekim Zamanlarına Göre Değişen Tohum Verimi ve Bin Tane Ağırlığı

2021 ve 2022 yıllarının ortalaması olarak karabuğdaydan, farklı ekim zamanlarında elde edilen tohum verimi ve bin tane ağırlıkları Çizelge 9’da verilmiştir. Ekim zamanı açısından bakıldığında karabuğdayın en yüksek tohum verimini birinci

görülmektedir. Birinci ekim zamanında metrekare başına daha fazla bitki sayısının elde edilmesinin nedeni iklim faktörlerinden sıcaklık ve yağış ile ilgili olduğu ön görülmektedir. Birinci ekim zamanında yapılan ekimlerde bitkinin normal bir gelişme gösterdiği ancak sonraki ekimlerde düşük yağış ve yüksek sıcaklıklardan dolayı yeteri kadar bitkinin çimlenemediği, dolayısıyla metrekare başına bitki sayısının az olarak elde edildiği görülmüştür. Karabuğdayın metrekare başına bitki sayısı 15.8-134.8 adet arasında değişim göstermiş ve ortalaması 56.9 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 7). Çalışmadan elde edilen bulgular ile benzer şekilde; Acar ve ark. (2011) metrekarede bitki sayısını 53.0-149.7 adet, Yavuz ve ark. (2016) metrekarede bitki sayısını 23.5-64.0 adet olarak tespit etmişlerdir.

ekim zamanı geciktikçe metrekare başına çiçek salkımı sayısının azaldığı görülmektedir. Ekim zamanı x sayım zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur. İnteraksiyon açısından bakıldığında birinci ekimin ilk sayım zamanlarından daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Bitki başına çiçek sayısı ile metrekare başına bitki sayısının yüksek veya düşük elde edildiği ekim ve sayım zamanları doğrudan metrekare başına çiçek sayısını etkilemektedir. Karabuğdayın ortalama metrekare başına çiçek salkımı sayısı 1048 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 8).

ekim zamanında verdiği ve üçüncü ile dördüncü ekim zamanlarının en düşük değerleri veren ekim zamanları olduğu görülmektedir. Karabuğdayda en yüksek bin tane ağırlığı da birinci ve ikinci ekim zamanlarından elde edilmiştir. Üçüncü ve dördüncü ekim zamanları en düşük bin tane ağırlığı elde

edilen zamanlar olmuştur. Yılların tohum verimi ve bin tane ağırlığı üzerindeki etkisi önemsiz olmuştur.

Çizelge 9. Karabuğdayda farklı ekim zamanlarına göre tohum verimi ve bin tane ağırlığının değişimi

Tohum Verimi (kg/da)	Birinci Ekim	İkinci Ekim	Üçüncü Ekim	Dördüncü Ekim	Ort.
2021	49.6	29.6	12.5	7.3	24.7
2022	48.6	31.0	12.7	8.6	25.2
Ortalama	49.1 A	30.3 B	12.6 C	7.9 C	25.0

Bin Tane Ağırlığı (g)	Birinci Ekim	İkinci Ekim	Üçüncü Ekim	Dördüncü Ekim	Ort.
2021	18.2	17.4	12.5	13.1	15.3
2022	16.8	16.3	13.1	12.7	14.7
Ortalama	17.5 A	16.9 A	12.8 B	12.9 B	15.0

Farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Karabuğdayın ekim zamanlarının ortalaması olarak tohum verimi 25.0 kg/da, bin tane ağırlığı da 15.0 g olmuştur (Çizelge 9). Karabuğday ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda; Yavuz ve ark. (2016) tohum verimini 244-297 kg/da, bin tane ağırlığını 25.6-30.7 g, Kara ve ark. (2016) tane verimini 34.145.9 kg/da, bin tane ağırlığını da 20.4-21.6 g, Katar ve Katar (2017) tohum verimini 59.8-127.4 kg/da, bin tane ağırlığını ise 26.6-33.0 g, Özyazıcı (2020) tohum verimini 58.8 kg/da, bin tane ağırlığını da 19.39 g, Biçer ve Özyazıcı (2020) tohum verimini 56.0 kg/da, bin tane ağırlığını 19.71 g, Akçura ve ark. (2020) tohum verimini 155-169 kg/da, Özdemir ve Kökten (2022) tohum verimini 70.4-72.8 kg/da, bin tane ağırlığını 23.9-24.4 g olarak tespit etmişlerdir.

Karabuğdayda elde edilen bin tane ağırlıkları, araştırmacılar tarafından elde edilen değerler ile nispeten benzerlik göstermektedir. Ancak araştırmadan elde edilen tane verimlerinin, araştırmacıların elde etmiş olduğu verim değerlerinden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun muhtemel iki nedeni bulunmaktadır. Birinci neden her iki yılda da karabuğday bitkisinin çiçeklenme aşamasında çevrede başta korunga ve ak üçgül olmak üzere arılar tarafından tercih edilen farklı bitkilerin bulunmasıdır (Özdemir ve ark., 2022). Diğer bitkiler çiçeklenme aşamasında olmasından dolayı tozlanma ve dölllenme üzerinde etkili olan arıların büyük oranda karabuğday yerine diğer bitkileri tercih ettiği müşahede edilmiştir. Bu durum karabuğdayın tohum verimi üzerinde olumsuz etkide bulunduğu ve dolayısıyla verimin düşük olarak elde edilmesine yol açtığı ön görülmektedir. İkinci neden ise tüm ekim zamanlarında karabuğday için eş değer bir şekilde sulama yapılmasına rağmen özellikle yüksek sıcaklıklardan dolayı ekim zamanı geciktikçe bitkiden daha düşük bitki boyu, metrekarede bitki, bitki başına çiçek ve metrekarede çiçek sayısı elde edildiği ve bunun neticesinde de daha düşük tohum verimi elde edilmesidir.

SONUÇ

Karabuğday bitkisinin arıcılık açısından önemli olan bazı bitkisel özelliklerinin farklı ekim ve sayım zamanlarına göre değişiminin incelendiği bu çalışmada; incelenen birçok özelliğin ekim ve sayım zamanları açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Bitki boyu,

çiçek salkımı sayısı ve bin tane ağırlığı açısından birinci ve ikinci ekim zamanlarının, metrekaresi başına bitki ve çiçek salkımı sayısı ile tohum verimi açısından ise sadece birinci ekim zamanının istatistiksel olarak en yüksek değerleri verdiği görülmüştür. Sayım zamanları açısından bakıldığında ise karabuğdayın en yüksek bitki boyuna yedinci sayım zamanında, en yüksek metrekaresi başına bitki sayısına üçüncü sayım zamanında ulaştığı ve metrekarede çiçek salkımı sayısının sekizinci sayım zamanı dışında tüm zamanlarda en yüksek değerlerini verdiği görülmüştür. Yapılan bu çalışmada karabuğday bitkisinin hem arıcılık açısından önemli olan özellikleri hem de tohum verimi açısından imkanlar dahilinde erken ekilmesinin (Nisan ayının ikinci yarısı) üretici açısından daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Bingöl Üniversitesi Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi Tarafından (Proje No: PİKOM-Bitki.2019.001) desteklenmiştir. Verilen destekten dolayı Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Acar R, Güneş A, Gummadov N, Topal İ (2011) Farklı Bitki Sıklıklarının Karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25(3): 47-51.
- Akçura S (2013) Çanakkale Koşullarında Karabuğdayda Farklı Ekim Sıklığı Ve Sıra Arası Mesafesinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Akçura S, İzci B, Kökten K, Özdemir S (2020) İki Lokasyonda Sıra Arası Mesafe ve Ekim Sıklığının Karabuğday Çeşitlerinin Tane Verimi ve Ham Protein Oranı Üzerine Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(1): 195-204.
- Alkay R, Kökten K (2020) Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench) Önemi ve Kullanım Alanları. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi 24: 16-21.
- Anonim, 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>, Erişim tarihi: 02.05.2023.

- Arslan Ö (2021) Farklı Ekim Zamanları ve Hasat Dönemlerinin Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Ot Verimi ve Kalite Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Bursa.
- Biçer A, Özyazıcı G (2020) İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.)'da Vermikompost Dozlarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences 7(2): 273-287.
- Cepková PH, Janovská D, Stehno Z (2009). Assessment of Genetic Diversity of Selected Tartary And Common Buckwheat Accessions. Span. J. Agric. Res. 7: 844-854.
- Çaçan, E, Kutlu MA, Uçar R, Özdemir S, Ekmekçi M, Mokhtarzadeh S, & Kökten K (2022) Yemlik Kolzanın Farklı Ekim Normlarının Bazı Verim Özelliklerine Etkisi ve Arı Merası Olarak Değerlendirilmesi. Uludağ Arıcılık Dergisi 22(1): 5-15.
- Debnath NR, Rasul MG, Sarker MMH, Rahman MH, Paul AK (2008) Genetic Divergence in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Int. J. Sustain. Crop Prod. 3(2): 60-68.
- Dizlek H, Özer MS, İnanç E, Gül H (2009) Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Bileşimi ve Gıda Sanayiinde Kullanım Olanakları. Gıda 34(5): 317-324.
- Ekmekçi M, Çaçan E, Özdemir S, Kökten K, Kutlu MA, Mokhtarzadeh S, Uçar R (2022) Farklı Ekim Zamanlarının Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Kes Verimi ve Kes Kalitesi Üzerine Etkileri. ISPEC Journal of Agricultural Sciences 6(2): 368-374.
- Fabjan N, Rode J, Košir IJ, Zhang Z, Kreft I (2003) Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tartaricum* Gaertn.) As a Source of Dietary Rutin and Quercetin. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 6452-6455.
- Güllap MK, Tan M, Severoğlu S, Yazıcı A (2021) Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da Hasat Zamanının Ot ve Tohum Verimi ile Bazı Özelliklere Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 52(1): 20-26.
- Halbrecq B, Romedenne P, Ledent JF (2005) Evolution of Flowering, Ripening and Seed Set in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): Quantitative Analysis. European Journal of Agronomy 23(3): 209-224.
- JMP (2018) Statistical Discovery from SAS, USA.
- Kara B, Çelebi Güllü F, Kara N, Atar B (2016) Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da Farklı Azotlu Gübre Formlarının Etkinliği. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 4(6): 515-518.
- Katar D, Katar N (2017) Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) Çeşidinde Uygun Ekim Normunun Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26(1): 31-39.
- Kutlu MA, Uçar R, Özdemir S, Ekmekçi M, Mokhtarzadeh S, Kökten K, Çaçan E (2022) Determination of Some Yield Characteristics of Hungarian Vetch Varieties and Their Evaluation as Bee Pasture. Bee Studies 14(1): 1-7.
- MGM (2022) Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr>.
- Özdemir S, Kökten K (2022) Farklı Ekim Sıklığı ve Sıra Arası Mesafelerinin Karabuğday Çeşitlerinin Tohum Verimi ve Verim Ögelerine Etkisi. 10th International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development, 18-19 July 2022, Sivas, 292-306.
- Özdemir S, Uçar R, Ekmekçi M, Mokhtarzadeh S, Kökten K, Çaçan E, Kutlu MA (2022). Korunga Çeşitlerinde Bazı Verim Özelliklerinin Belirlenmesi ve Arı Merası Olarak Değerlendirilmesi. Akademik Ziraat Dergisi 11(2): 277-284. <https://doi.org/10.29278/azd.1084061>
- Özyazıcı G (2020) Azotlu Gübre Dozlarının Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Bitkisinin Tohum Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi 4(3): 635-648.
- Slawinska J, Obendorf RL (2001) Buckwheat Seed Set in Planta and During In Vitro Inflorescence Culture: Evaluation of Temperature and Water Deficit Stress. Seed Science Research 11: 223-233.
- Yavuz H, Yiğit A, Ereku O (2016) Farklı Ekim Sıklıklarının Karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Verim ve Bazı Tane Kalitesi Özelliklerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(2): 17-22.
- Yazgan S (2022) Karabuğdayda Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Giresun Yöresine Ait Bazı Pekmezlerde ICP-MS ve IC Sistemi ile Mineral Madde Tayini

Berna ÖZTÜRK¹, **Zuhal YOLCU^{2*}**, **Elif APAYDIN³**, **Murat YOLCU²**¹ Ziraat Bankası, Giresun Şubesi, Giresun, Türkiye² Giresun Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Giresun, Türkiye³ Giresun Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Giresun, Türkiye

Öz: Bu çalışmada, Giresun ilinin çeşitli semt pazarlarından satın alınan taflan, armut, kara üzüm, beyaz üzüm, kivi ve elma olmak üzere altı farklı pekmez çeşidinin mineral madde içeriklerini belirlemek için İyon Kromatografi (IC) sistemi ve ağır metal içeriklerini belirlemek için İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılmıştır. IC sistemi ile bazı yaygın anyonların (florür, klorür, bromür, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat) ve katyonların (lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum) kantitatif analizleri yapılırken, ICP-MS sistemi ile alüminyum, krom, demir, bakır ve çinko ağır metalleri ve lityum, sodyum, magnezyum, kalsiyum mineral madde analizleri yapılmıştır. Bu verilere göre pekmezlerin mineral madde içerikleri değerlendirildiğinde, IC sisteminde en fazla miktarda potasyum (K) (armut pekmezi; 11979.1±0.7) daha sonra sırasıyla kalsiyum (Ca) (taflan pekmezi; 1213.7±0.4), magnezyum (Mg) (taflan pekmezi; 559.3±0.01) ve sodyum (Na) (kara üzüm pekmezi; 133.3±0.03) iyonları tespit edilmiştir. ICP-MS sisteminde ise en fazla kalsiyum (Ca) (taflan pekmezi; 1771.1±77.9), daha sonra sırasıyla magnezyum (Mg) (taflan pekmezi; 909.3±14.1) ve sodyum (Na) (taflan pekmezi; 122.4±8.7) tespit edilmiştir. Her iki sistemde ortak olarak belirlenen mineral madde sonuçlarına, % 95 güven seviyesinde çift taraflı t testi uygulanmış ve anlamlı fark bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Pekmez, Mineral madde, İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS), İyon Kromatografisi (IC)

Determination of Mineral Matter in Some Molasses of Giresun Region by ICP-MS and IC System

Abstract: In this study, Ion Chromatography (IC) system was used to determine the mineral content, and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) was used to determine the heavy metal content of six different molasses varieties, namely taflan, pear, black grape, white grape, kiwi and apple purchased from various neighborhood markets of Giresun province. Quantitative analyses of some common anions (fluoride, chloride, bromide, nitrite, nitrate, phosphate, sulfate) and cations (lithium, sodium, ammonium, potassium, magnesium and calcium) were performed with the IC system, while heavy metals of aluminum, chromium, iron, copper and zinc and mineral substances of lithium, sodium, magnesium and calcium were analyzed with the ICP-MS system. According to data, when the mineral content of molasses was evaluated, the highest amount of potassium (K) (pear molasses; 11979.1±0.7) followed by calcium (Ca) (taflan molasses; 1213.7±0.4), magnesium (Mg) (taflan molasses; 559.3±0.01), sodium (Na) (black grape molasses; 133.3±0.03) was detected in the IC system. In the ICP-MS system, the highest amount of calcium (Ca) (taflan molasses; 1771.1±77.9), followed by magnesium (Mg) (taflan molasses; 909.3±14.1) and sodium (Na) (taflan molasses; 122.4±8.7), respectively. A two-sided t-test at 95% confidence level was applied to the results of the mineral items common to both systems and no significant difference was found.

Keywords: Molasses, mineral substance, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS), Ion Chromatography (IC)

GİRİŞ

Ülkemizde tarımsal faaliyetler Anadolu'nun toprak verimi, çeşitli su kaynaklarının varlığı ve temel olarak coğrafi konum sebebiyle büyük önem taşımaktadır. Pekmez ilk olarak Anadolu topraklarında üretilen ihtiyaç fazlası üzümleri yenilebilir durumda saklama çabaları sonucu ortaya çıkmıştır (Uçar, 2007). Pekmez üretiminde bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak en çok yetişen, doğal halde bozunan meyvelere yer verilmektedir (Kaya ve ark., 2005). Pekmez; üzüm, incir, kuru üzüm, dut, elma, şeker pancarı gibi çeşitli meyvelerin açık kaplarda veya vakum altında kaynatılmasıyla ve konsantre olarak üretilir (Arıcı ve ark., 2004; Arslan ve ark., 2005; Batu 2005). Pekmezin; şeker, mineral ve organik asitlerce zengin besin içeriği ile değişik yaş gruplarında

özellikle çocuklar ve koşucular için çok faydalı olduğu çalışmalarla belirtilmiştir. (Arslan ve ark., 2005; Batu, 2005; Demiröz ve ark., 2002). Üzüm pekmezinde yüksek oranda bulunan demir; kırmızı kan hücrelerinde hemoglobinin oluşumu için gereklidir, hemoglobin ise oksijeni bağlar ve vücuda taşır. Birçok enzimatik reaksiyonda görev alır bu nedenle demirin, vücutta bulunması gereken miktar ve kaynağı önemlidir (Murgia ve ark., 2012; Gregory ve ark., 2017). Pekmez ile vücut için gerekli demirin bir kısmı

***Sorumlu Yazar:** zuhal.yolcu@giresun.edu.tr

Bu çalışma Yüksek Lisans tez ürünüdür.

Geliş Tarihi: 10 Ocak 2023

Kabul Tarihi: 15 Mayıs 2023

karşılatabilmektedir (Batu, 1993). Günlük vücuda alınabilecek 20 g pekmez miktarı ile 80 mg kalsiyum, 2 mg demir ve 58 kcal enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir. Kan dolaşımı ve sinir sisteminin düzenli çalışmasını sağlayan kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi mineralleri yeterince içeren pekmez; besin değeri yüksek bir gıda maddesidir (Şimşek ve Artık, 2002).

Pekmezin geleneksel üretim yönteminde kullanılan ve üretim basamaklarında yer alan demir-bakır gibi pişirme Çizelge 1. Literatürde yer alan üzüm pekmezine ait mineral içerikleri çalışmaları (mg/kg)

Üzüm Pekmezleri	Fe	Cu	Zn	K	Ca	Na	Mg	P
Şimşek ve Artık, 2002	14.5	3.9	1.2	9290	1320	330	730	32.68
Üstün ve Tosun, 1997	72.5	5.1	-	-	1161	479	405	234
Ayaz, 1996	73.1	9.2	28.4	13694	3694.6	186.7	127.8	890.5
Yiğit, 2016	28.72	0.86	1.86	6350	803	2597	500	41.96
Karaca, 2009	9.40	0.84	2.82	1146	28.9	63.2	8.3	-

Literatürdeki çoğu çalışma; ilk sırada üzüm olmak üzere, dut ve keçiboynuzu pekmezlerine yöneliktir. Şimşek ve Artık'a ait (2002) dut pekmezi çalışmasında; potasyum için; 412- 458 mg/100 g, kalsiyum için; 89- 103 mg/100 g, magnezyum için; 59- 72 mg/100 g, sodyum için; 47- 57 mg/100 g, fosfor için; 49- 60 mg/100 g, demir için; 0.86- 1.01 mg/100 g, mangan için; 0.39- 0.51 mg/100 g, çinko için; 0.41- 0.57 mg/100 g ve bakır için; 0.39- 0.49 mg/100 g değerleri elde edilmiştir. Küçük ve Velioglu'na ait (2022) keçiboynuzu pekmezi çalışmasında ise; sodyum; 1246.11, kalsiyum; 818.92, demir; 10.20, magnezyum; 431.78, fosfor; 588.82 ve potasyum için; 9616.34 mg/kg sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca Türkben ve Uylaşer (2018) yaptıkları bir çalışmada Giresun'un da dahil olduğu 7 farklı ilin üzüm pekmezinde mineral madde içeriklerini (Ca, Fe, K, Mg, Na ve P) incelemişlerdir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kimyasal Maddeler

Hidroklorik asit, nitrik asit, sodyum karbonat Merck firmasından; metansülfonik asit, sodyum karbonat (0.5 M), altı katyon-II standartı ve yedi anyon standardı Dionex-Thermo Scientific firmasından temin edilmiştir.

Kullanılan Alet ve Cihazlar

İyon kromatografik analizler için Thermo-Dionex marka ICS-5000 model iyon kromatografi sistemi ve ICP analizleri için Brukers 820-MS model ICP-MS cihazı kullanılmıştır. ICP- MS numuneleri için numune hazırlık işleminde CEM Mars 5 marka mikrodalga yakma fırını kullanılmıştır. Numunelerin homojenizasyonunda Jeitech UC-10 marka ultrasonik banyo kullanılmıştır. Çalışmalar Sartorius Stedim marka ultra saf su sistemi kullanılarak elde edilen ultra saf su ile yapılmıştır.

kazanlarının oluşturabileceği kontaminasyonlar ve asitliğini azaltmak için yapılan topraklama veya karbonatlama gibi işlemlerle mineral miktarında değişimler olabilmektedir. Hatta toprak ve sulama farklılıkları dahi aynı çeşit pekmezin mineral içeriğini farklılaştırmaktadır (Karaca, 2009). Buna ilişkin üzüm pekmezine ait farklı çalışmalar Çizelge 1'de verilmektedir. Buna göre üzüm pekmezine ait farklı çalışmalarda, aynı mineral maddenin farklı sonuçları Çizelge 1'de görülmektedir.

Çalışmamızda yer alan üzüm haricindeki Giresun ilinde yetişen diğer meyvelerden üretilen taflan, armut, kivi ve elma pekmezlerinin mineral madde içerikleri ve ağır metal tayinlerine literatürde rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmamızda; taflan, armut, kara üzüm, beyaz üzüm, kivi ve elma pekmezlerinin birbiri arasındaki mineral madde içerik farklılıkları ile bazı yaygın anyon-katyon içerik farklılıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla IC ve ICP-MS metodlarının ortak mineral (Li, Na, Mg, Ca) analiz sonuçlarında farklılık oluşturabileceği sayısal olarak gösterilmek istenmiş ve her bir ortak mineral madde için elde edilen sonuçlar ayrı ayrı dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Sistem farklılığının ortak mineral maddelere etkisi istatistiksel çift taraflı t-testi ile açıklanmıştır.

Numunelerin Hazırlanma Aşaması

İyon kromatografi analizleri için her bir pekmez numunesinden birer gram alınarak üzerine 20 mL saf su ilave edildi. 20 dakika kadar ultrasonik banyoda çözünürleştirildikten sonra 100 mL' ye saf su ile seyreltildi. 45 mikronluk fitrelerden süzülerek elde edilen süzüntü iyon kromatografi cihazında eş zamanlı olarak anyon ve katyon analizleri için kullanıldı. ICP-MS analizleri için pekmez örneklerinden 0.5 gram alınarak 5 mL HNO₃ ve 2 ml HCl ilave edilerek 1600 watt'a ayarlanmış mikrodalga fırınında 210 C° de 40 dakikalık yakma ve ardından soğutma işlemi yapıldı. Örnekler ICP-MS cihazı ile analiz edildi (Çoklar ve Akbulut, 2012).

İyon Kromatografi Analizleri

Eş zamanlı anyon-katyon analizleri Dionex ICS-5000 sistemi ile yapılmıştır. Anyon (florür, klorür, nitrit, bromür, nitrat, fosfat, sülfat) analizleri Dionex Ion Pac AS 9 HC (4x250 mm) kolonda, sodyum karbonat (10 mM) yürütücü çözelti (akış hızı: 1 mL/dak) ile gerçekleştirildi. Katyon (lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum) analizleri Dionex Ion Pac CS 12 A (3x150 mm) kolonda metansülfonik asit (20 mM) yürütücü çözelti (akış hızı: 0.5 mL/dak) ile gerçekleştirildi. Sistemde Thermo Scientific iletkenlik dedektörü kullanıldı ve Chromeleon® yazılım sistemi ile hesaplamalar yapıldı. Sonuçlar mg/kg olarak hesaplandı.

ICP-MS Analizleri

Bruker 820-MS marka ICP-MS cihazında, mikrodalga yakma işlemi uygulanan pekmez numunelerinin Li₇, Na₂₃, Mg₂₄, Al₂₇, Ca₄₄, Cr₅₂, Fe₅₆, Cu₆₅, Cu₆₃, Zn₆₆ mineral içerikleri analiz edilmiştir. Yüksek derecede saf argon taşıyıcı gazı ile numunelerin yüksek sıcaklıktaki (yaklaşık 1000 °C) argon plazma içerisine gönderilerek atomların iyonlaştırılması işlemi gerçekleştirilmektedir. İyonlar, örnekleme ve süzme konileri ara yüzeyinden geçerek vakum altında kütle

spektrometresinde dedekte edilmiş olup, yazılım sisteminde standart kalibrasyon çözeltileri ile elde edilen kalibrasyon denklemleri kullanılarak miktar olarak (mg/kg) hesaplanmıştır (Tokaloğlu, 2012).

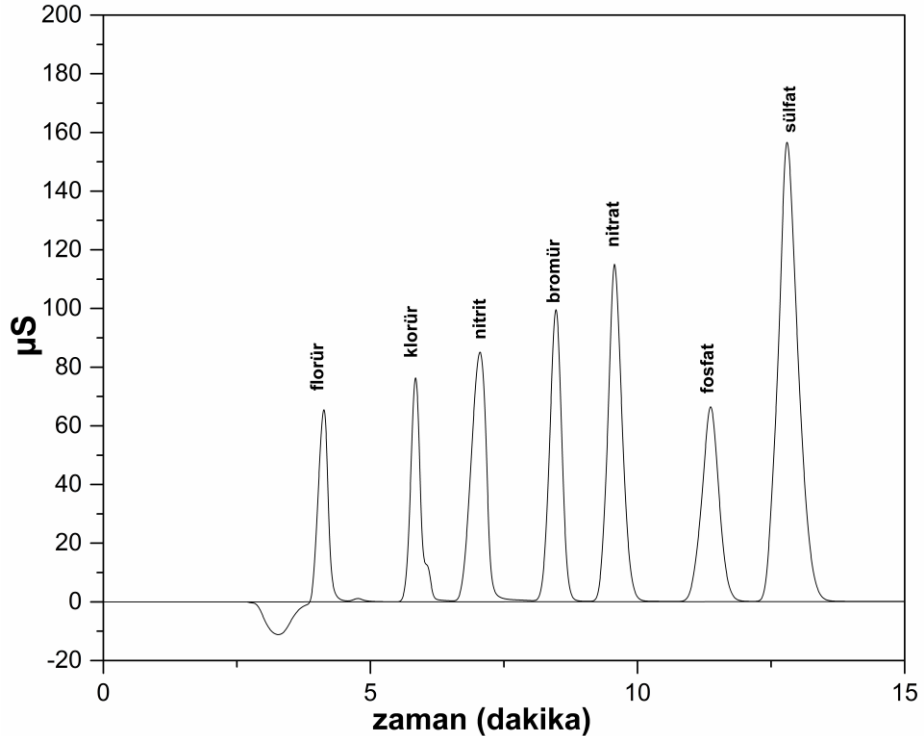
İstatistiksel Analiz

Tüm analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. İki ayrı sistemde ortak iyonların analizi, iki ayrı sistemin karşılaştırılması gereğini oluşturup bu amaçla sonuçlara % 95 güven seviyesinde çift taraflı t-testi uygulanmıştır. Hesaplanan deneysel t değerlerinin kritik t değerlerinden daha küçük olduğu tespit edilmiştir.

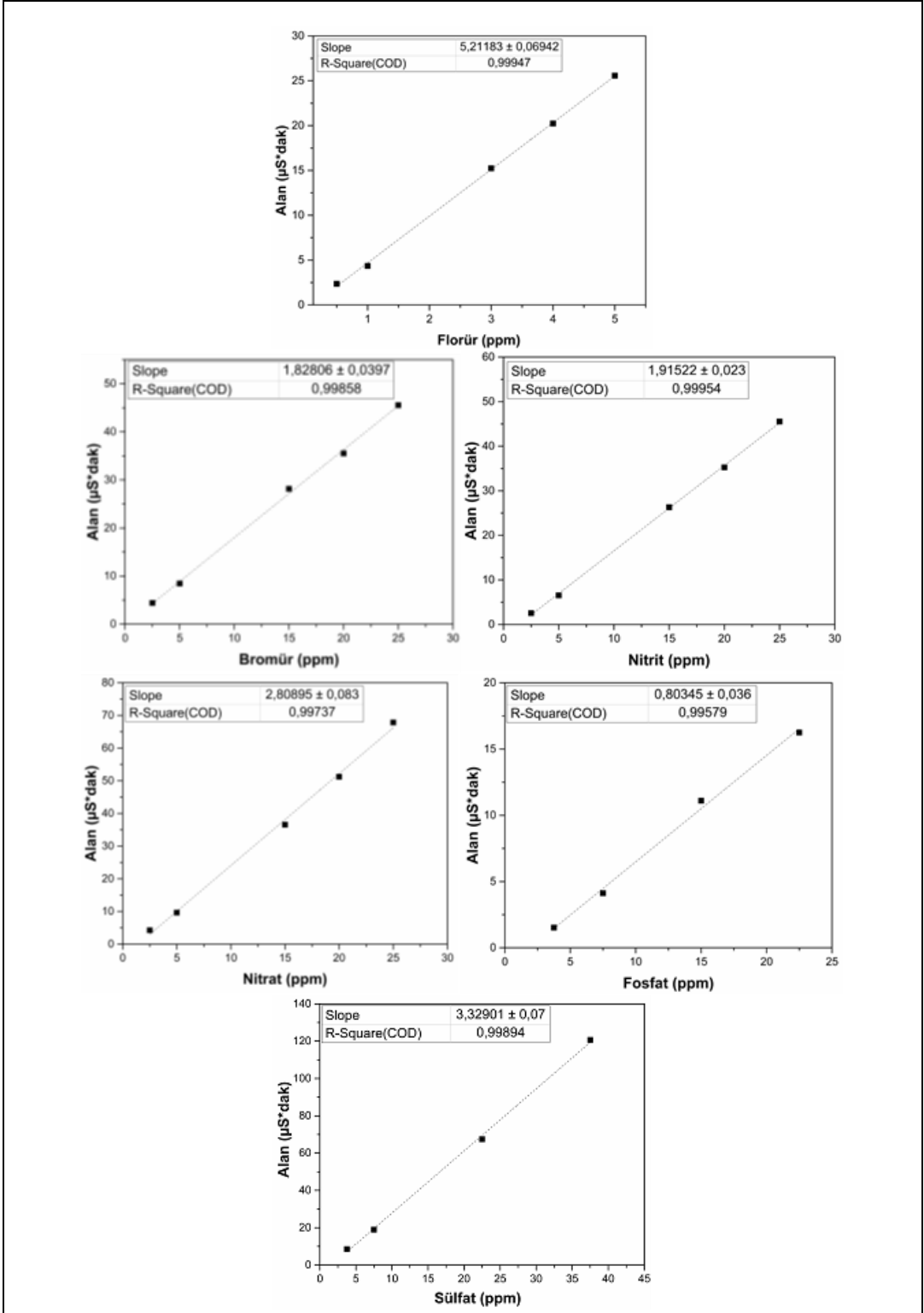
BULGULAR VE TARTIŞMA

İyon Kromatografik Sistemi ile Pekmez Analizi Sonuçları

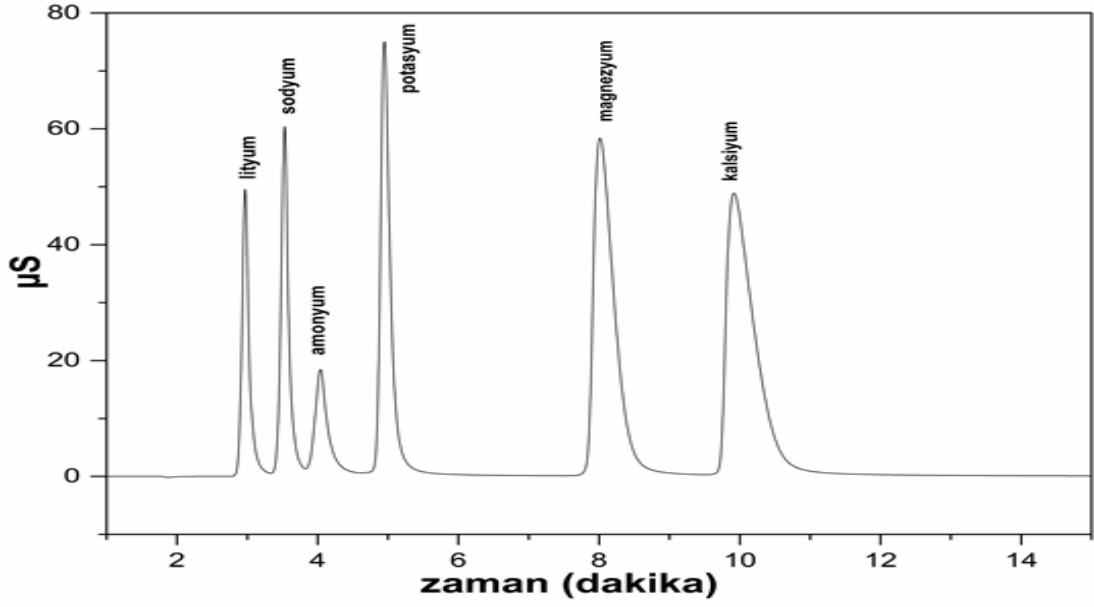
Eş zamanlı anyon-katyon analizleri için optimum kromatografik parametreler (akış hızı, elüent derişimi, enjeksiyon hacmi, analiz süresi) belirlendi. Kalibrasyon eğrileri için standart kalibrasyon çözelti analizleri daha sonra numune analizleri yapıldı. Elde edilen kromatogramlar ve hesaplanan sonuçlar aşağıda sırasıyla Şekil 1-4'te verilmiştir.



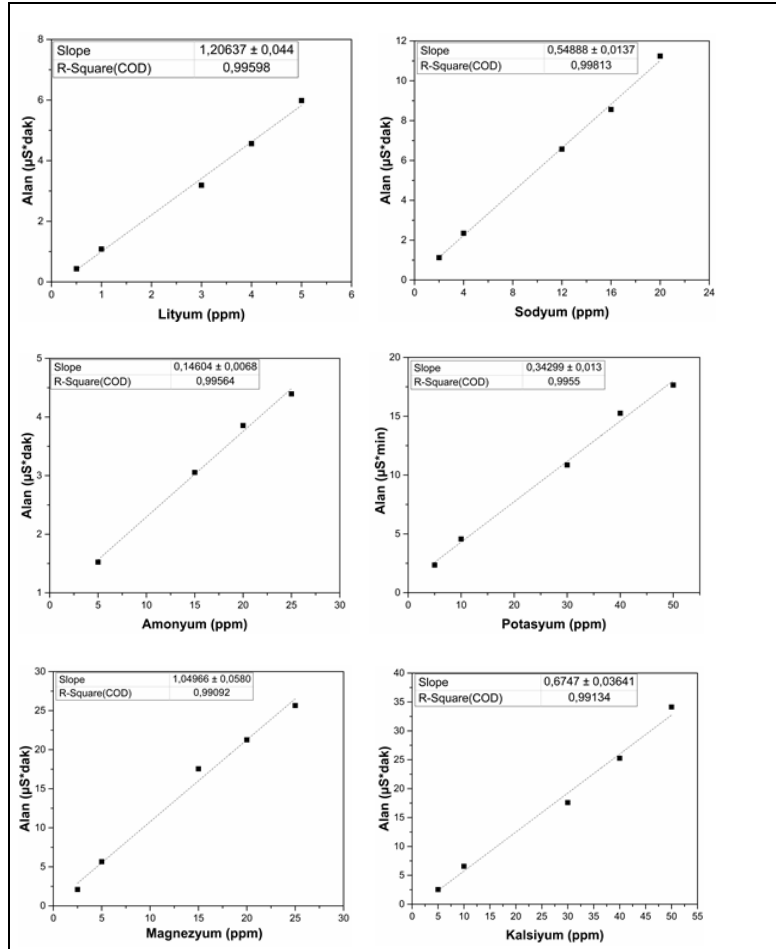
Şekil 1. Standart anyon karışımı için elde edilen kromatogram



Şekil 2. Standart karışımda yer alan anyon grupları için kalibrasyon grafikleri



Şekil 3. Standart katyon karışımı için elde edilen iyon kromatogramı



Şekil 4. Standart karışımda yer alan katyonlar için çizilen kalibrasyon grafikleri

Kalibrasyon grafikleri için gerekli olan standart iyon analizlerinden sonra, numune analizlerine geçilmiştir. Numuneler için IC analiz sonuçları Çizelge 2 ve Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 2. İyon kromatografi sistemi ile pekmez numunelerinden elde edilen anyon miktarları (mg/kg)*

İyon	Florür	Klorür	Nitrat	Fosfat	Sülfat
Taflan	—	—	—	—	—
Kivi	619.8±11.0	102.9±3.2	—	—	—
Armut	383.9±6.2	113.7±0.6	329.5±4.8	1012.0±0.1	—
Kara Üzüm	187.1±73.7	24,02±5.3	—	—	403.3±29.3
Beyaz Üzüm	656.2±3.4	125.7±2.4	—	1062.4±13.1	616.6±4.01
Elma	404.8±19.6	—	—	420.5±5.3	—

*N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.

Çizelge 2' de verilen analiz sonuçlarına göre; anyon gruplar üzüm pekmezinde fosfat miktarının oldukça fazla taflan pekmezinde tespit edilmemiştir. Florür en çok beyaz bulunmasının, bitkilerin yetiştiği toprakların mineral üzüm pekmezinde görülmektedir. Armut ve beyaz üzüm içeriklerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Çelebi ve ark., 2010). pekmezinde ise fosfat miktarı fazladır. Kara üzüm pekmezinde fosfat anyonu hiç tespit edilmezken, beyaz

Çizelge 3. İyon kromatografi sistemi ile pekmez numuneleri için elde edilen katyon miktarları (mg/kg)*

İyon	Lityum	Sodyum	Potasyum	Magnezyum	Kalsiyum
Taflan	—	83.0±0.02	8330.2±1.2	559.3±0.01	1213.7±0.4
Kivi	1.6±0.01	46.9±0.04	3378.1±0.8	348.7±0.04	874.9±1.3
Armut	—	82.9±0.01	11979.1±0.7	559.2±0.01	638.8±0.1
Kara Üzüm	1.6±0.02	133.3±0.03	9372.3±2.2	558.5±0.07	961.7±1.4
Beyaz Üzüm	—	38.9±0.02	810.1±0.2	450.5±0.06	440.8±0.6
Elma	—	47.1±0.02	6033.1±0.9	191.0±0.05	284.4±0.1

*N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.

Çizelge 3' de verilen analiz sonuçlarına göre sodyum en çok kara üzüm (133.3±0.03) pekmezinde görülmektedir. Potasyum; en çok armut pekmezinde (11979.1±0.7), magnezyum (559.3±0.01) ve kalsiyum (1213.7±0.4) ise en çok taflan pekmezinde tespit edilmiştir. Amonyum hiçbir örnekte tespit edilmemiş olup lityum ise yalnız iki örnekte (kivi ve kara üzüm pekmezi) eser miktarda bulunmuştur. Kara üzüm pekmezinin literatürle paralel olarak mineral madde

Çizelge 4. ICP-MS sistemi ile elde edilen mineral miktarları (mg/kg)*

	Taflan	Kivi	Armut	Kara Üzüm	Beyaz Üzüm	Elma
Li ₇	0.15±0.03	0.21±0.02	0.13±0.02	0.27±0.03	0.19±0.02	0.15±0.01
Na ₂₃	122.4±8.7	67.8±4.3	82.5±18.2	101.8±4.6	54.6±9.1	57.4±8.5
Mg ₂₄	909.3±14.1	571.5±21.7	707.9±9.9	835.9±31.4	645.7±53.3	339.1±10.7
Al ₂₇	66.3±1.9	44.2±14.4	34.6±30.1	197.2±50.6	9.3±2.9	79.7±13.4
Ca ₄₄	1771.1±77.9	1272.3±71.4	744.7±7.2	1281.1±51.7	599.8±37.3	398.6±37.3
Cr ₅₂	1.13±0.4	1.1±0.3	0.77±0.1	1.1±0.2	1.3±0.3	0.7±0.3
Fe ₅₆	40.6±10.8	56.7±5.3	24.7±14.8	94.5±22.4	12.5±0.9	35.2±32.9
Cu ₆₅	36.9±0.6	5.9±0.6	22.6±0.3	1.3±0.2	3.8±0.1	14.5±0.8
Cu ₆₃	36.8±0.2	6.2±0.7	23.0±0.4	1.4±0.2	4.0±0.1	15.1±0.7
Zn ₆₆	5.5±0.1	16.1±1.2	3.1±0.01	2.8±0.6	4.5±1.9	1.6±0.8

*N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.

Çizelge 4' de verilen ICP-MS sonuçlarına göre; kalsiyum (1771.1±77.9), magnezyum (909.3±14.1) ve sodyum (122.4±8.7) mineralleri en çok taflan pekmezinde tespit edilmiştir. Demir sırasıyla kara üzüm (94.5±22.4), kivi (56.7±5.3) ve taflan 40.6±10.8 pekmezlerinde diğer örneklerle göre daha yüksek miktarda bulunmuştur. Bakır en

bakımından zengin içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanında taflan pekmezinin de potasyum ve magnezyum bakımından kara üzüme eşdeğer olduğu, hatta kalsiyum bakımından daha zengin olduğu görülmektedir.

ICP-MS Sistemi ile Elde Edilen Pekmez Analizi Sonuçları

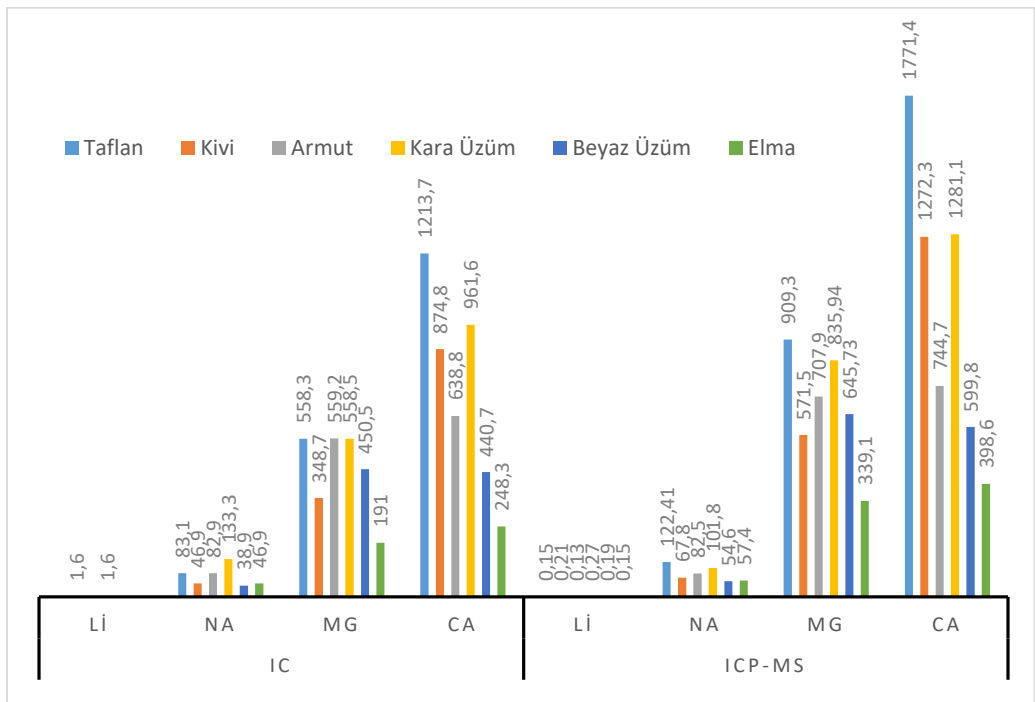
Pekmez numunelerinin ICP-MS analiz sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir.

çok taflan pekmezinde, çinko ise en çok kivi pekmezinde bulunmuştur. Lityum, ICP-MS sistemi ile yapılan analiz sonuçlarında eser miktarda tüm pekmez çeşitlerinde bulunurken, IC sisteminde yalnızca iki pekmezde (kivi ve kara üzüm) bulunmuştur. Bu farklılık MS sistemlerinin ölçümlerde daha duyarlı olmasına bağlıdır.

Çizelge 5. IC ve ICP-MS ile ortak katyonları analiz edilen numunelerin karşılaştırılması (mg/kg)

	Taflan	Kivi	Armut	Kara Üzüm	Beyaz Üzüm	Elma
Li (IC) ^b	–	1.6±0.01 ^a	–	1.6±0.02 ^a	–	–
Li (ICP-MS) ^b	0.15±0.03 ^b	0.21±0.02 ^b	0.13±0.02 ^b	0.27±0.03^b	0.19±0.02 ^b	0.15±0.01 ^b
Na (IC) ^b	83.1±1.6 ^a	46.9±4.3 ^a	82.9±0.01 ^a	133.3±3.2^a	38.9±2.3 ^a	46.9±1.6 ^a
Na (ICP-MS) ^b	122.41±8.7^b	67.8±4.3 ^b	82.5±18.2 ^b	101.8±4.6 ^b	54.6±9.1 ^b	57.4±8.5 ^b
Mg (IC) ^b	559.3±1.3^a	348.7±4.4 ^a	559.2±0.4 ^a	558.5±6.9 ^a	450.5±6.2 ^a	191.0±6.0 ^a
Mg (ICP-MS) ^b	909.3±14.1^b	571.5±21.7 ^b	707.9±9.9 ^b	835.9±31.4 ^b	645.7±53.3 ^b	339.1±10.7 ^b
Ca (IC) ^b	1213.7±3.7^a	874.8±12.5 ^a	638.8±1.1 ^a	961.6±13.7 ^a	440.7±5.5 ^a	248.3±0.1 ^a
Ca (ICP-MS) ^b	1771.4±77.9^b	1272.3±71.4 ^b	744.7±7.2 ^b	1281.1±51.7 ^b	599.8±37.3 ^b	398.6±21.1 ^b

a İyon kromatografi sistemi (IC) ile yapılan analiz sonuçlarıdır, *b* İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile yapılan analiz sonuçlarıdır. İki analiz sistem sonuçları arasındaki farklılıklarda $t_{deneyisel} < t_{kritik}$ olması nedeniyle sistemlerin sonuçlara etkisi anlamlıdır. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.



Şekil 5. IC ve ICP-MS ile ortak katyonları analiz edilen numunelerin grafiksel karşılaştırılması(mg/kg)

İki analiz sistemi (IC ve ICP-MS) ile tespit edilen mineral maddelerden ortak olanlar lityum, sodyum, magnezyum ve kalsiyumdur. Çizelge 5. incelendiğinde, sodyum miktarları; IC sistemine göre en fazla kara üzüm (133.3±3.2), taflan, armut, elma, kivi ve beyaz üzüm pekmezinde tespit edilmiştir. ICP-MS metoduna göre ise taflan (122.41±8.7), kara üzüm, armut, kivi, elma ve beyaz üzüm pekmezinde olarak tespit edilmiştir. Magnezyum miktarları; iyon kromatografi ve ICP-MS metoduna göre en çok taflan (559.3±1.3, 909.3±14.1) pekmezinde, armut ve kara üzüm pekmezlerinde bulunmuştur. Bunu izleyen beyaz üzüm, kivi ve elma pekmezleridir. Kalsiyum miktarları; iyon kromatografi ve ICP-MS metoduna göre sırasıyla en fazla taflan (1213.7±3.7, 1771.4±77.9) kara üzüm, kivi, armut, beyaz üzüm ve elma pekmezlerinde tespit edilmiştir. Çalışılan her iki sistemde,

sonuçlar arasında bazı farklılıklar olmasına rağmen madde miktarı açısından genel olarak sıralamalar paraleldir. İki sistemin analiz sonuçlarındaki farklılıklar; numune hazırlama ve analiz sistemlerinin farklılığı ile açıklanabilirken, kullanılan sistemlerin sonuçlar üzerindeki etkisinin çalışma adına bir parametre oluşturabileceği kabul edilebilir. Her iki sistemin sonuçlarına % 95 güven seviyesinde çift taraflı t-testi uygulanmıştır. Hesaplanan deneysel t değerlerinin, kritik t değerlerinden daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit; kullanılan iki farklı sistemin numunelerdeki ortak iyon analiz sonuçları üzerinde önemli ölçüde fark oluşturmadığı anlamına gelmektedir. Her iki sistemin analiz sonuçları birbiri ile ilişkilidir.

Literatürde; Şimşek ve Artık' a ait (2002) üzüm pekmezi çalışmasında; potasyum 9290 mg/kg değeri ile en çok

bulunan mineraldir. Bu çalışmada da literatürle uyumlu olarak, tüm pekmezlerde en yüksek oranda bulunan potasyum, üzüm pekmezinde oranla taflan pekmezinde daha fazla tespit edilmiştir. Taflan pekmezinin ait literatürde pek fazla çalışmaya rastlanmazken; Eken ve ark. (2017) taflan meyvesi ve tohumlarında temel mineral ve metal içerikleri üzerine yaptığı bir çalışmada yaklaşık olarak % 67.4 potasyum, % 10.5 magnezyum, % 0.2 kalsiyum ve % 0.2 sodyum tespit etmişlerdir. Kalyonlu ve ark. (2013) taflan meyvesinin mineral içeriğini incelemişler ve taflan meyvesinde en yüksek miktarda bulunan mineralin potasyum olduğunu ifade etmişlerdir. Alaşalvar ve ark. (2005) bir çalışmada taflan meyvesi ve pekmezinin doğal bir antioksidan kaynağı olduğunu ifade etmişlerdir. Literatürde kivi pekmezi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmazken, kivi meyvesinin mineral içerik analizleri çalışılmış, yapılan çalışmalar incelendiğinde sonuçların birbirinden farklı olduğu tespit edilmiş ve bu durum; kivinın yetiştirildiği toprak içeriği ve kullanılan gübrelerin farklı oluşu ile açıklanmıştır (Rossa D, Dallaglio L, Carpi 1980, Miller-Ihli, 1996; Millour ve ark., 2012). Du ve ark.' na (2009) ait bir çalışmada ise kivinın yüksek antioksidan kapasitesi gösterdiği ve bir C vitamini kaynağı olduğundan bahsedilmiştir. Kivi ile ilgili başka bir çalışmada ise; Ca % 0.20; Fe: 30 mg/kg; Mg % 0.07; K % 1.54 ve Na: 112 mg/kg değerlerindedir (Santoni ve ark., 2014). Bu araştırmada kullanılan kivi pekmezinde bulunan potasyum, kalsiyum ve magnezyum minerallerinin oranları kivi meyvesiyle yapılan çalışmalarla uyum

KAYNAKLAR

- Alaşalvar C, Al-Farsi M, Shahidi F (2005) Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. *Journal of Food Science*, 70(1): 47-52.
- Arıcı M, Gümüş T, Kara F (2004) The fate of ochratoxin A during the pekmez production from mould grapes. *Food Control*, 15(8): 597-600.
- Arslan E, Yener M, Esin A (2005) Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends. *Journal of Food Engineering*, 69(2): 167-172.
- Batu A (1993) Kuru Üzüm ve Pekmezin İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Açısından Önemi. *Gıda*, 18(5): 303-307.
- Batu A (2005) Production of liquid and white solid pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality*, 28(5-6): 417-427.
- Batu A (2011) Üzüm, Pekmez ve İnsan Sağlığı. *Gıda*, 6(2): 25-35.
- Çoklar H, Akbulut M (2012) Absorban ve iyon değiştirici reçine uygulamasının üzüm pekmezlerinin mineral madde içeriğine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2): 1-5.
- Çelebi RA, Çelen AE, Çelebi Ş, Şahar AK (2010) Farklı azot ve fosfor dozlarının mısırın (Zea mays L.) silaj verimi ve

göstermekle birlikte, demir minerali (56.7 mg/kg) üzüm pekmezinden sonra en çok kivi pekmezinde tespit edilmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak; Giresun yöresinde yetiştirilen taflan, kivi, beyaz üzüm, kara üzüm ve elmadan üretilen pekmezlerin mineral madde içerikleri kantitatif olarak belirlenmiştir. Literatürde kivi pekmezinin ait mineral analiz çalışmasına rastlanmadığından, çalışmanın literatüre sağladığı katkı önemlidir. Bütün pekmez çeşitlerinde en fazla miktarda tespit edilen mineral potasyum olup, bu mineral en fazla oranda armut pekmezinde bulunmuştur. En çok bulunan mineraller arasında yer alan kalsiyum; en fazla sırasıyla taflan, kara üzüm ve kivi pekmezlerinde, magnezyum ise en fazla sırasıyla taflan, kara üzüm ve armut pekmezlerinde tespit edilmiştir. Vücutta bulunması gereken en önemli minerallerden biri olan demir, en fazla sırasıyla kara üzüm, kivi ve taflan pekmezlerinde tespit edilmiştir. İnsan diyeti açısından önem taşıyan çinkonun, kivi pekmezindeki miktarı da dikkat çekici niteliktedir. Bu çalışmada incelenen pekmez örnekleri, mineral içeriği ve miktarı bakımından değerlendirildiğinde; kara üzüm ve taflan pekmezinin ilk sıralarda yer aldığı tespit edilmiş olup, besin değeri zenginliği dikkate alınarak bu pekmezlerin günlük tüketimde yer alması önerilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

kalitesine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4):16-24.

- Dalla Rosa M, Lerici C, Dallaglio G, Carpi G (1980) Trials on the industrial processing of small-sized chinese gooseberries and quality evaluation of the finished products. *Industria Conserve*, 55: 286-293.
- Demirozu B, Sökmen M, Ucak A, Yılmaz H, Gülderen S (2002) Variation of copper, iron, zinc levels in pekmez products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 69: 330-334.
- Du G, Li M, Ma F, Liang D (2009) Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in actinidia fruits. *Food Chemistry*, 113:557-562.
- Eken A, Baldemir A, Ünlü-Endirli B, Bakır E, İlğün S (2017) Essential element and metal content of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* roem.) fruit and seeds. *Journal of Health Science*, 26(1): 1-4.
- Gregory PJ, Wahbi A, Adu-Gyamfi J, Heiling M, Gruber R, Joy EJ, Broadley MR (2017) Approaches to reduce zinc and iron deficits in food systems. *Global Food Security*, 15:1-10.
- Kalyoncu Hİ, Ersoy N, Elidemir AY, Dolek C (2013) Mineral and some physico- chemical composition of 'karayemis' (*Prunus laurocerasus* L.) fruits grown in

- northeast Turkey. *World Academy of Science Engineering and Technology*, 7(6): 430-433.
- Karaca İ (2009) Pekmez Örneklerinde Vitamin ve Mineral Tayini. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Kaya C, Yıldız M, Hayoğlu İ, Kola O (2005) Pekmez Üretim Teknikleri. GAP VI. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, 1482-1490.
- Küçük A, Veliöğlu S (2022) "Keçiboynuzu özü" adı altında satışı sunulan ürünün bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve keçiboynuzu pekmezi ile karşılaştırılması. *Gıda*, 47(5): 889-903.
- Miller-Ihli NJ (1996) Atomic absorption and atomic emission spectrometry for the determination of the trace element content of selected fruits consumed in the United States. *Journal of Food Composition and Analysis*, 9: 301-311.
- Millour S, Noël L, Chekri R, Vastel C, Kadar A, Sirot V, et al. (2012) Strontium, silver, tin, iron, tellurium, gallium, germanium, barium and vanadium levels in foodstuffs from the second French total diet study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 25: 108-129.
- Murgia I, Arosio P, Tarantino D, Soave C (2012) Biofortification for combating "hidden hunger" for iron. *Trends in Plant Science*, 17(1): 47-55.
- Santoni F, Paolini J, Barboni T, Costa J (2014) Relationships between the leaf and fruit mineral compositions of *Actinidia deliciosa* var. Hayward according to nitrogen and potassium fertilization. *Food Chemistry*, 147: 269-271.
- Şimşek A, Artık N (2002) Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 27(5): 1-11.
- Tokaloğlu Ş (2012) Determination of trace elements in commonly consumed medicinal herbs by ICP-MS and multivariate analysis. *Turkey Food Chemistry*, 134: 2504-2508.
- Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ no:2007/27) 15 Haziran 2017
- Türkben C, Uylaşer V (2018) Türkiye'de farklı lokasyonlarda üretilen pekmezin (üzüm pekmezi) fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Bahçe, Özel sayı 1*: 131-139.
- Uçar A (2007) Geleneksel Türk Tadı: Pekmez. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10-15 Eylül, Ankara, 38: 10-15.

Some Physicochemical Characteristics of Denizli Thyme (*Origanum onites*) HoneyAytül UÇAK KOÇ*¹, Yusuf ATAKAN², Hüseyin KÜÇÜKER³, Hüdai KÜÇÜKER²¹Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Aydın, Turkey²Merkezefendi District Directorate of Agriculture and Forestry, 20030 Denizli, Turkey³Denizli Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, 20150 Denizli, Turkey

Abstract: In this study, the number of beekeepers staying within the borders of Denizli province, which is one of the important accommodation centers of wandering beekeepers with its large thyme fields, and their accommodation places were determined and some information about thyme honey was obtained. Especially in Gözler, Uzunpınar, Belenardıç and Güzelpınar neighborhoods of Pamukkale district and Yağcılar neighborhoods of Güney district, thyme fields are dense and approximately 24 thousand bee hives stayed in 2021. Some physicochemical analyzes were carried out, for example, 9 honeys in 2021 and 6 honeys in 2022, which were collected in July when the Denizli thyme honey produced in these areas was harvested. First, pollen analysis was made in honey samples, and it was determined that it was thyme honey. Then, proline, diastase activity (DA), moisture, electrical conductivity (EC), pH, free acidity (FA), HMF, fructose (F), glucose (G), total phenolic content (TPC) was determined in 15 honey samples. Average amount of proline in thyme honey samples in 2021 and 2022, respectively; 663.5 and 708.9 mg/kg, DA 10.9 and 11.75; humidity rates 17.1% and 17.3%; EC 560 and 540 $\mu\text{S cm}^{-1}$; pH 3.8 and 3.8; FA; 26.4 and 28.8 meq.kg⁻¹; HMF, 9.5 and 12.4 mg/kg; F+G 69.6% and 69%; F/G was determined as 1.13 and 1.10, and the TPC was determined as 75.9 mg GAE/100g. In the future, it will be possible to reveal the descriptive features of Denizli thyme honey from other honeys by conducting more comprehensive and advanced analyzes.

Keywords: Honey bee, thyme, smell, total phenolic content, HMF, proline

Denizli Kekik (*Origanum onites*) Balının Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Öz: Bu çalışma ile, geniş kekik alanları ile gezginci arıcıların önemli konaklama merkezlerinden biri olan Denizli ili sınırları içinde konaklayan arıcıların sayısı ve konaklama yerleri belirlenmiş ve kekik balına ait bazı bilgiler elde edilmiştir. Özellikle Pamukkale ilçesine bağlı Gözler, Uzunpınar, Belenardıç ve Güzelpınar mahalleleri ile Güney ilçesine bağlı Yağcılar mahallelerinde kekik alanları yoğunlukta olup yaklaşık olarak 2021 yılında 24 bin arı kolonisi konaklamıştır. Bu alanlarda üretilen Denizli kekik balı hasadının yapıldığı Temmuz ayında toplanan, 2021 yılında 9 adet, 2022 yılında da 6 adet bal örneğinde bazı fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Bal örneklerinde öncelikle polen analizi yapılmış ve kekik balı olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra 15 bal örneğinde prolin, diastaz aktivitesi, nem, elektiriksel iletkenlik, pH, serbest asitlik, HMF, fruktoz, glukoz, toplam fenolik madde belirlenmiştir. Kekik balı örneklerinde ortalama prolin miktarı 2021 ve 2022 yılı sırasıyla; 663.5 ve 708.9 mg/kg, diastaz aktivitesi 10.9 ve 11.75; nem oranları %17.1 ve %17.3; EC 560 ve 540 $\mu\text{S cm}^{-1}$; pH 3.8 ve 3.8; FA; 26.4 ve 28.8 meq.kg⁻¹; HMF, 9.5 ve 12.4 mg/kg; F+G %69.6 ve %69; F/G 1.13 ve 1.10 olarak toplam fenolik madde 75.9 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir. Gelecekte, daha kapsamlı ve ileri tekniklerin uygulandığı analizlerin yapılması ile, Denizli kekik balını diğer ballardan ayırıcı özelliklerini ortaya koymak mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, kekik, koku, toplam fenolik içeriği, HMF, prolin

INTRODUCTION

Although the priority purposes are different, beekeeping, it is considered important by both developed welfare societies and developing societies. In developed countries, beekeeping is an input of vegetative production primarily because of the contribution of bees to pollination, in addition to being a bee products production activity. Being not dependent on soil, having low investment and operating costs, providing all kinds of materials and equipment from domestic sources, using less labor compared to other branches of agriculture, being easily stored and being sold at a value price, beekeeping provides employment, income and income to the rural population in developing countries. It is accepted as a means of providing healthy nutrition opportunities (Karacaoğlu et al., 2020).

According to TUIK 2020 data, there are 8 179 085 colonies in 82 862 registered enterprises in our country. 104 076 tons of honey were produced from approximately 8 million colonies.

Aegean Region, which has almost 20% colony existence and 13% honey production in our country, is one of the important accommodation regions. Aegean Region has an important place in beekeeping in Turkey due to honey production and the presence of colonies. Considering its position in the country beekeeping (colony flow from outside the region), its weight in the country beekeeping increases even more (Karacaoğlu and Uçak Koç, 2007). According to TUIK's 2020 data, the province with the highest honey production in the Aegean Region is Muğla (900 583 colonies and 6103 tons honey). Muğla is followed by Aydın (257 738 colonies and 3643 tons honey) and İzmir (273 949 colonies and 1493 tons honey). Denizli province, on the other hand,

* Corresponding Author: aucak@adu.edu.tr

The submitted date: April 05, 2023

The accepted date: June 23, 2023

ranks 5th with 766 tons of honey production potential in the Aegean Region.

While Denizli is located in the Aegean Region, the climate of the Aegean Region is completely invisible. Since it is at the gateway from the coastal areas to the interior regions, the climate of the interior regions is felt, albeit slightly. In the province, in general, summers are hot and dry, and winters are warm and rainy. It allows species such as alder, linden, hazelnut, chestnut, willow, fern, which are the vegetation types of the Black Sea Region, to grow in the region. The local tree forests of the region, on the other hand, form vertical stratification depending on the altitude. The vertical spread, which starts with red pine, leaves its place to black pine at 850 meters, and reaches the alpine pine border with Taurus cedar and then various juniper species at high altitudes. From here, meadows begin and forest cover ends.

The thyme planting areas started by the Provincial Directorate of Agriculture between 1998 and 2000, while it was 2000 decares at the beginning, reached a production level of 21 324 tons in an area of 172 461 da, according to the data of 2020, as a result of the interest of the regional farmers. Denizli alone has 93.4% of the thyme cultivation areas in Turkey and meets 89.3% of the production. Thus, Denizli is an important province in terms of thyme production in our country and the world. The origin of Denizli thyme is İzmir ball thyme. As a result of Denizli-Pamukkale Municipality's application for "Denizli Thyme" Geographical indication on January 27, 2020, it was registered as "Denizli Thyme" by the Turkish Patent and Trademark Office on April 9, 2021.

Denizli is one of the important bee accommodation centers of nomadic beekeepers thanks to its large thyme areas. Especially in Gözler, Uzunpınar, Belenardıç and Güzelpınar neighborhoods of Pamukkale district and Yağcılar neighborhoods of Güney district, thyme fields are concentrated. The fact that Denizli came to the fore in thyme production attracted the attention of beekeepers in local and surrounding cities, and with an increasing colony density over time, they came to these regions and started to produce thyme honey. Although the accommodation time varies according to the season, it can start like the end of April and May 15 and continue until the end of August as you go from low to high, which is usually the flowering period of thyme.

In 2021, a total of 24 913 colonies sheltered in Gözler, Akçapınar, Belenardıç, Uzunpınar and Güzelpınar neighborhoods of Pamukkale district of Denizli province. The most dense bee colonies are in Gözler district (8730 colonies, 35%), followed by Akçapınar (5088 colonies, 20.4%), Belenardıç (4951 colonies, 19.9%), Uzunpınar (3734 colonies, 15%) and Güzelpınar (2410 colonies, 9.7%) (Anonymous, 2021).

Thanks to its simple sugars, honey has become one of the most important energy sources of human beings as a valuable carbohydrate, and it has been accepted as a sweetener in ancient cuisine (Andre, 1961). Thanks to the carbohydrates (glucose and fructose), protein, organic acids, mineral salts, vitamins and enzymes it contains, honey was

one of the most basic substances used in medicine and pharmacy in ancient times. Honey is one of the basic materials used in dessert and bread making, and it is frequently used in the preservation of fresh vegetables, fruits and meats without spoiling thanks to its bacteriostatic and bactericidal properties, and in the production of alcoholic beverages and vinegar thanks to its fermenter feature (Balandier, 1993).

Ancient sources, epigraphic and archaeological artifacts give us information about beekeeping, honey and production areas in a very wide geography in the Mediterranean basin. The most sought after honeys are produced in the Aegean basin. Honey obtained from thyme grown on Hymetto mountain in the Attica region of continental Greece was accepted as the best in the world in ancient times (Lenger, 2011). In the process from ancient times to the present, bees and products obtained from bees have always held an important place for human beings. Products such as honey, pollen, propolis, bee venom and beeswax obtained from bees have been used for years and still maintain their importance and are used today as on the first day.

In this study, pollen determination, some routine chemical parameters and total phenolic compounds were determined in honey samples taken from beekeepers staying in regions of Denizli with large thyme areas.

MATERIAL AND METHODS

The present study made use of 15 thyme honey samples from *Thymus subs.* collected in 5 neighborhoods provinces (Gözler, 5 honey samples; Akçapınar, 3 honey samples; Belenardıç, 3 honey samples; Uzunpınar, 2 honey samples ve Güzelpınar, 2 honey samples) of Pamukkale district of Denizli, between 2021 and 2022. The samples were taken directly from the beekeepers. All samples were stored at 4-5°C. Analyses were done within a 3-month time period after harvesting.

Melissopalynological analysis was performed on honey samples (9 pieces) taken from beekeepers in 2021 and it was determined that the dominant pollen in all honey samples was thyme pollen. Melissopalynological analysis of honey samples (Analysis method according to DIN 10 760) and other honey analysis (proline, diastase activity, moisture content, electrical conductivity, free acid, HMF, fructose, glucose, sucrose, maltose; analysis method according to IHC method) were made at Muğla Sıtkı Koçman University, Food Analysis Application and Research Center, also total phenolic content analysis in honeys were performed at ADU, Faculty of Arts and Sciences, according to the Folin-Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965).

Statistical Analysis

In this study, the mean and standard deviations of the data on the physicochemical properties of honey were determined using the SPSS package program.

RESULTS AND DISCUSSION

The melissopalynological analysis results of 6 honey samples collected in 2022 are given in Table 1. According to Table 1, the dominant pollen isolated in 6 honey samples was determined as 58-62% *Thymus subs.*, 13-19% *Vitex agnus*

castus. *Apiaceae*, *Astragalus subs.*, *Rosa subs.*, *Helianthus annuus L.*, *Fabaceae* were determined between 2-4% in honey samples.

The physicochemical parameters of honey samples taken from the same region for two consecutive years (2021-2022) are presented in Tables 2,3,4 and 5.

Table 1. Melissopalynological analysis results in honey samples

	Pollen (Botanical and Geographical origin)	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Dominant pollen isolated (>%15)	<i>Thymus subs.</i> (Lamiaceae)	%58	%60	%62	%60	%59	%61
	<i>Vitex agnus castus</i> (Verbenaceae)	%17	%15	%19	%14	%14	%13
Significant pollen isolated (>%1)	Apiaceae	%3	%3	%3	%2	%4	%3
	<i>Astragalus subs.</i> (Fabaceae)	%4	%3	-	%3	%3	-
	<i>Rosa subs.</i> (Rosaceae)	%3	%3	%3	%3	%3	%3
	<i>Helianthus annuus L.</i> (Asteraceae)	%2	%2	%2	%2	%2	%2
	Fabaceae	%2	%2	-	%2	-	-
	<i>Zea mays L.</i> (Poaceae)	%2	-	-	-	%2	-
	Asteraceae		-	%2	-	-	-
pollen isolated (≤%1)	Dipsaceae	%1	%1	%1			
	Lauraceae	%1	%1		%1		
	Boraginaceae		%1				
	Myrtaceae			%1		%1	
	Poaceae			%1			
	Lamiaceae					%1	
	<i>Erica subs.</i> (Ericaceae)	%1					%1
	<i>Onobrychis subs.</i> (Fabaceae)	%1			%1		

Table 2. Physicochemical parameters in honey samples (2021 year)

* Standard deviation

Sample	Proline (mg/kg)	Diastase activity (DU/kg)	Moisture (%)	EC(μS cm ⁻¹)	pH
H1	565.0	6.5	16.6	690	3.6
H2	825.3	16.2	16.8	720	3.9
H3	458.4	18.3	19.0	560	4.0
H4	950.0	8.6	17.3	490	3.9
H5	550.0	18.1	16.9	360	3.1
H6	465.0	4.9	18.0	420	4.0
H7	971.0	9.2	16.8	490	4.2
H8	414.3	6.5	15.6	420	3.8
H9	772.9	10.2	16.4	930	3.9
Mean	663.5	10.9	17.1	560	3.8
*SD	218.2	5.21	0.98	180	0.35
Range	414.3-971	4.9-18.3	15.6-19.0	360-930	3.1-4.2

Proline is an essential amino acid that comes predominantly from the salivary secretions of *A. mellifera* during the conversion of nectar into honey (Manzanares et al., 2014). The proline content is considered a measure of honey's maturity and in some cases an indicator of sugar adulteration. In this study, the amount of proline in honey samples changed in the range of 414.3-971 mg/kg in the first year, on average 663.5 mg/kg and in the second year it was determined as 708.9±126.46 mg/kg in the range of 264.0-1212.9 mg/kg. The limit value determined by the Turkish Food Codex for Anonymous (2020), flower honey, was found to be higher than 300 mg/kg for all honey samples except for 1 honey sample in this study. According to Akgun et al. (2021) multifloral honey, chestnut, acacia and

rhododendron honey reported the amount of proline as 692.67, 758.56, 357, 535 mg/kg, respectively. Ecem Bayram (2023) determined the proline content in honey obtained from Tokat and its surroundings was between 384.41 and 1271.56 mg/kg. Bouhlali et al (2019) found the amount of proline in thyme honey to be 877.41 mg/kg. According to Karatas et al. (2019) determined the proline amount as 1244.16 and 744.80 mg/kg in thyme honey samples taken from Denizli Tavas district (2 pieces honey samples). In this study and in some other studies, it is seen that the variation in the amount of proline in honey is high. The reason for the variation may indicate that the honey was harvested before it is ripe, or there may be other reasons.

Diastase activity is mostly among the parameters used to evaluate the freshness and/or overheating of honey (Can et al., 2015). In terms of diastase activity, the thyme honeys in this study were found to be between 4.9-18.3 and an average of 10.9 in 2021, and an average of 11.75 in the honey samples of 2022, in the range of 5.31-17.49. The Council Directives 2001/110/EC (European Union, 2001) do not authorize less than 8 Scade units. Kıvrak et al (2016) reported diastase activity as 22.17 in thyme honey produced in Dağça. For example, citrus honey generally has low diastase activity and therefore the European Commission has set a different limit for this type of honey (Serra Bonvehi and Ventura Coll, 1995). Differences in diastase activity in honey may vary depending on nectar collection time, amount of nectar flow, and sugar content because high concentrated nectar flow leads to lower enzyme content (Khan et al, 2015; da Silva et al, 2016).

One of the important indicators of the freshness and heat treatment of honey is HMF (Hydroxymethyl furfural). In this study, the HMF values of honey samples were found to be 4.1-20.6 mg/kg on average 9.5 mg/kg in 2021, and 12.42

mg/kg on average in the range of 5.48-26.31 in 2022 (Tables 3 and 5). Özkök et al. (2010) determined the highest amount of HMF in different flower and pine honeys in thyme honey (23.97±22.91) and chestnut honey (22.38±17.55), while the amount of HMF in clover, citrus, sunflower, geven, cotton and pine honey was 3.6-6.8 mg/kg. they have determined. The mean HMF value obtained in this study was determined by Özkök et al. (2010) determined for thyme honey. The amount of HMF in honey samples without heat treatment in the south of Spain was determined in the range of 0.19-41.16 mg/kg by Serrano et al., (2007). Terrab et al. (2002) determined the amount of HMF between 3.8 and 48.4 mg/kg in different types of honey in Moracca, which has a climate that may cause an increase in HMF content. Ozkok et al. (2010) determined the amount of HMF in thyme (23.97±22.91) and chestnut honey (22.38±17.55) higher than some flower (clover, citrus, sunflower, locust, cotton) and pine honey (range 3.66-6.18). The mean HMF value determined in this study was lower than the value determined by Özkök et al. (2016) is higher than the values found.

Table 3. Physicochemical parameters in honey samples (2021 year)

Sample	Free Acid (meq.kg ⁻¹)	HMF mg/kg	F+G (g)	F/G (%)	TPCmg GAE/100 g
H1	20.3	16.5	70.3	1.01	76.8
H2	25.3	6.0	68.8	1.08	79.3
H3	36.3	20.6	71.1	1.03	73.9
H4	29.0	10.9	67.3	1.15	71.8
H5	34.6	13.3	74.3	1.18	74.8
H6	19.3	4.6	65.4	1.17	77.5
H7	18.0	5.8	74.1	1.17	78.7
H8	18.5	4.1	64.0	1.17	81.3
H9	36.7	4.2	71.3	1.20	69.8
Mean	26.4	9.5	69.6	1.13	75.9
*SD	7.90	6.1	3.6	0.07	3.72
Range	18-36.7	4.1-20.6	64-74.3	1.01-1.20	69.8-81.3

* Standard deviation

In this study, the moisture content of thyme honey samples produced in 2021 was between 15.6-19.0% and an average of 17.1%; In 2022, it was determined as 17.33% on average in the range of 15.88-19.08. The average moisture values obtained in this study were found to be higher than the value determined by Kıvrak et al (2016) (16.23%) and Terrab et al (2004) for thyme honey (16.3%).

In this study, electrical conductivity (540 and 560 µS cm⁻¹) and free acidity (26.4 and 28.8 meq.kg⁻¹) values found for thyme honey were found to be compatible with the literature (Terrab et al., 2004; Kıvrak et al., 2016). The average pH value (3.8) found for thyme honey in this study was again for thyme honey by Terrab et al., (2004) (pH:4.2); and Kıvrak et al., (2016) (pH: 4.44).

In another study, the glucose and fructose ratios in a thyme (*Thymus spp.*) honey taken from Aydın were respectively; It

was reported as 31.29±3.32%, 35.70±2.65% (Özkök et al., 2010.). The total fructose and glucose ratios (69.6 and 69) obtained in this study were determined by Özkök et al. (2010) is higher than that determined. Özkök et al. (2010) determined the total glucose-fructose ratio of 58-71% in different flower honeys such as clover, citrus, sunflower, chestnut, geven, cotton and pine honey. In terms of total glucose-fructose ratio, Oddo et al. (2004a) found rape, acacia, rosemary, honeydew, heather, chestnut, citrus, eucalyptus, sunflower and lavender honeys between 58-76%. The same researchers found the lowest glucose-fructose ratio in honeydew honey and the highest ratio in sunflower honey, and also reported that rape honey is richer in glucose (40%) than fructose.

Table 4. Physicochemical parameters in honey samples (2022 year)

Sample	Proline (mg/kg)	Diastase activity (DU/kg)	Moisture (%)	EC($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH
H1	264.0	5.31	17.0	710	4.4
H2	1212.9	17.49	19.1	380	3.6
H3	658.5	15.61	16.4	440	3.8
H4	587.9	5.60	18.6	710	3.8
H5	718.3	13.14	15.9	390	3.6
H6	811.5	13.39	16.9	600	3.5
H7	708.9	11.75	17.3	540	3.8
H8	309.76	5.13	1.26	160	0.33
H9	264.0-1212.9	5.31-17.49	15.9-19.1	380-710	3.5-4.4
Mean	264.0	5.31	17.0	710	4.4
*SD	1212.9	17.49	19.1	380	3.6
Range	658.5	15.61	16.4	440	3.8

* Standard deviation

Table 5. Physicochemical parameters in honey samples (2022 year)

Sample	Free Acid (meq.kg ⁻¹)	HMF mg/kg	F +G (g)	F/G (%)
H1	14.9	5.5	66.1	1.16
H2	34.1	26.3	70.1	1.02
H3	27.9	6.6	67.9	1.19
H4	25.6	6.3	71.1	1.05
H5	31.3	14.6	69.7	1.07
H6	39.1	16.3	69.0	1.11
Mean	28.8	12.4	69.0	1.10
*SD	8.3	8.08	1.8	0.066
Range	14.9-39.1	5.5-26.3	66.1-71.1	1.02-1.19

*Standart deviation

The fructose/glucose (F/G) ratio is a recommended ratio to explain the granulation of honey, because glucose is less water-soluble than fructose, and therefore appears to be the parameter that best predicts the crystallization tendency of honey (Laos et al., 2011). The F/G ratio in this study ranged from 1.01 to 1.20 F/G ratio of 1.14 and below indicates fast crystallization. A value above 1.58 indicates that honey does not have a tendency to crystallize (Venir et al., 2010) and a value of 1.3 indicates slow crystallization (Dobre et al., 2012). The amount and composition of phenolic substances in honey varies depending on the floral sources (Rababah et al., 2014). In this sense, phenolic components in the composition of honey are emphasized because they have an antioxidant effect due to their capacity to scavenge free radicals and because they are used as floral markers (Güzel and Bahçeci, 2019). In this study, the total phenolic content (TPC) of Denizli thyme honey varied between 69.8-81.3, and the TPC was determined as 75.9 mg GAE/100g (Table 3).

Özkök et al. (2010) found the highest amount of TPC in citrus, sunflower, clover, cotton and chestnut honeys in chestnut honey (156.86 \pm 3.82 mg GAE/100 g) and the lowest in clover and cotton honey (38 mg/100 g). Kıvrak et al., (2016) determined the amount of TPC in thyme honey as 106.46 mgGAE/100g. Meda et al. (2005) determined the TPC substances in flower and honeydew honeys as 32-114 mgGAE/100g on average 74 mg. Karataş et al (2021) determined the TPC of thyme honey obtained from Denizli Tavas as 5.31 \pm 1.24 and 23.44 \pm 1.22 μg PEs/mg honey (The average TPC determined in this study (75.9 mgGAE/100g) was close to the phenolic content in sunflower (69 mg) and citrus (94 mg) honey. Karataş et al. (2021) determined TPC based on the values of pyrocatechol (μg PEs/mg honey). This is thought to be due to the fact that it is different from this and other studies (Meda et al., 2005; Özkök et al., 2010; Kıvrak et al., 2016).

CONCLUSION

It is known that there are more than 100 monofloral honey types in Europe (Oddo et al., 2004b). Thanks to its rich flora in Turkey, it is possible to produce a large number of monofloral honey. Sunflower, citrus, clover, chestnut, chasteberry, linden, heather, thyme, astragalus and pine honey are just some of them.

Within the borders of Denizli, according to the data of 2020, 172,461 da. *Thyme* cultivation is carried out in the area, and during the flowering period of thyme, wandering beekeepers stay with 24,913 active colonies in the Gözler, Uzunpınar, Belenardıç neighborhoods of Pamukkale district to produce thyme honey. The fact that thyme plant is a medicinal plant makes thyme honey more valuable than some other honeys, and the fact that it is a single plant honey (monofloral) increases this value. Due to the unique irritating smell of honey, it is usually consumed by mixing with other honeys. However, the fact that it is rich in total phenolic substances compared to other flower honeys makes this honey valuable. Özkök et al (2016) in their study on the antibacterial effect of Denizli thyme honey showed that honey has the potential to be effective against common causes of nosocomial infections, however, further research is required to confirm whether the application of honey is sufficient to kill target microorganisms in infected wounds without major local or systemic causes. indicated that they were needed. Studies have been carried out on thyme honey obtained from many different regions of our country, but studies on honey produced from thyme, also known as ball thyme and registered as Denizli thyme, are limited. This study is a preliminary study. For this reason, in future studies, more accurate information will be obtained with sensory and physicochemical analyzes to be made on samples collected from thyme honey produced under controlled conditions.

REFERENCES

Andre J (1961) L'Alimentation et la cuisine a Rome. Paris.
Anonymous (2020) Turkish Food Codex (2020) Turkish Food Codex Communiqué on Honey (No: 2020/7). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200422-13.htm>.
Anonymous (2021) Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Denizli.
Akgün N, Çelik ÖF, Kelebekli L (2021) Physicochemical properties, total phenolic content, and antioxidant activity of chestnut, rhododendron, acacia and multifloral honey. *Journal of Food Measurement and Characterization* 15(4):3501-3508.
Balandier C (1993) Production et usages du miel dans l'antiquité gréco-romaine, Des hommes et des plantes, (Ed. M. C. Amouretti, G. Comet), Cahier d'histoire des techniques 2, 93-125.
Bouhlali EDT, Bammou M, Sellam K, El Midaoui A, Bourkhis B, Ennassir J, ... & Filali-Zegzouti Y (2019) Physicochemical properties of eleven monofloral honey samples produced in Morocco. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences* 26(1): 476-487.

Can Z, Yıldız O, Sahin H, Akyuz Turumtay E, Silici S, Kolaylı S (2015) An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry* 180, 133-141.
da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R (2016) Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food chemistry* 196: 309-323.
Dobre I, Georgescu LA, Alexe P, Escuredo O, Seijo MC (2012) Rheological behavior of different honey types from Romania. *Food Research International* 49(1): 126-132.
Ecem Bayram N (2023) Nectar honey from Turkey: crystallization and physicochemical profile. *European Food Research and Technology* 249:1049–1057.
Güzel N, Bahçeci KS (2019) Çorum Yöresi Ballarının Fenolik Madde İçerikleri İle Renk Ve Antioksidan Kapasiteleri Arasındaki İlişki. *Gıda*, 44(6), 1148-1160.
Khan Z, Nanda V, Bhat MS, Khan A (2015) Kinetic studies of HMF formation and diastase activity in two different honeys of Kashmir. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4(4): 70-106.
Kıvrak Ş, Kıvrak I, Karababa E (2016) Characterization of Turkish honeys regarding of physicochemical properties, and their adulteration analysis. *Food Science and Technology* 37: 80-89.
Karacaoğlu M, Uçak Koç A (2007) Ege bölgesi arıcılığında kısıtlar ve fırsatlar. *Ege Bölgesi Arıcılık Semineri*, 15-16 Şubat 2007, İzmir, 25-32.
Karacaoğlu M, Gençer HV, Uçak Koç A, Kahya Y (2020) Arıcılık Sektöründe Mevcut Durum Kısıtlar Ve Fırsatlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi* 13-17 Ocak 2020, Ankara, 159-174.
Karatas S, Aktümsek A, Duru ME (2019) Investigation of Physicochemical Properties of Some Monofloral Honeys in South Western Anatolia. *International Journal of Secondary Metabolite* 6(3): 251-262.
Karataş Ş, Aktümsek A, Duru M E (2021) An investigation of the biological activity of monofloral honey produced in south-western Anatolia. *International Journal of Secondary Metabolite* 8(4): 300-311.
Laos K, Kirs E, Pall R, Martverk K (2011) The crystallization behaviour of Estonian honeys. *Agronomy Research* 9:427-432.
Lenger DS (2011) Antik Çağda Karia Bölgesinde Bal. *Acta Turcica*. Yıl III, Sayı 1/1, Ocak 2011 "Kültürümüzde Arıcılık", Editörler: Emine Gürsoy Naskali, Hilal Oytun Altun s: 28-35.
Manzanares AB, Garcia H, Galdon BR, Rodriguez ER, Romero CD (2014) Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *Food Science & Technology* 55: 572–578.
Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J, Nacoulma OG (2005) Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food chemistry* 91(3): 571-577.
OAC (1997) Official methods of analysis (16th ed.). USA: Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, Chapter 44, pp. 27-29, 1998., DIN 10758: Analysis

- of Honey - Determination of the content of saccharides fructose, glucose, saccharose, turanose and maltose-HPLC method.
- Oddo LP, Piazza MG, Sabatini AG, Accorti M (2004a) Characterization of unifloral honeys. *Apidologie* 26: 453–485.
- Oddo, L. P., Piro, R., Bruneau, É., Guyot-Declerck, C., Ivanov, T., Piskulová, J., ... & Ruoff, K. (2004b). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S38-S81.
- Özkök D, Silici S, Çam M (2010) Balda spesifikasyon ve kristalizasyonun (şekerlenme) balın kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkisi. Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FCD-2013-408 Nolu Proje raporu, 51 sayfa.
- Özkök A, Koru Ö, Sorkun K (2016) Microbiological analysis and antibacterial effects of Turkish thyme honey. *Bee World* 93(4):98-101.
- Rababah TM, Al-Omouh M, Brewer S, Alhamad M, Yang WD, Alrababah M, Al-Ghzawi AA, Al-U'Datt M, Ereifej K, Alshayab F, Esoh R, Almajwal A (2014) Total phenol, antioxidant activity, flavonoids, anthocyanins and color of honey as affected by floral origin found in the Arid and Semiarid Mediterranean areas. *J Food Process Preserv*, 38(3): 1119-1128.
- Serra Bonvehi J, Ventura Coll F (1995) Characterization of citrus honey (*Citrus spp.*) produced in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43(8): 2053-2057.
- Serrano S, Espejo R, Villarejo M, Jodral ML (2007) Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. *International Journal Of Food Science & Technology* 42(1):76-79.
- Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture* 16(3):144-158.
- Terrab A, Diez MJ, Heredia FJ (2002) Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry* 79(3): 373-379.
- Terrab A, Recamales AF, Hernanz D, Heredia FJ (2004) Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry* 88(4): 537-542.
- TUIK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr
- Venir E, Spaziani M, Maltini E (2010) Crystallization in "Tarassaco" Italian honey studied by DSC. *Food Chemistry* 122(2): 410-415.

Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Lif Kalitesi Üzerine Çevrenin Etkisi

Mustafa Ali KAYNAK*¹, **Mustafa KURT²**

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye

²SOMTAR Tarımsal Ürünler Sanayi ve Ticaret LTD. Şirketi, İzmir, Türkiye

Öz: Bu araştırma, çevrenin lif kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, Ege Bölgesinde beş farklı havzada yer alan Aydın ilinin Söke ve Efeler ilçesinde, İzmir ilinin Torbalı, Menemen ve Bergama ilçesinde Denizli ilinin Sarayköy ilçesinde, Manisa ilinin Akhisar ilçesinde ve Muğla ilinin Milas ilçesinde 2020 yılı yetiştirme sezonunda, materyal olarak Gloria pamuk çeşidi kullanılarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırmada, lokasyonlar (ilçeler) arasında nep sayısı, nep büyüklüğü, çırçır randımanı, lif kopma dayanıklılığı, lif inceliği, lif uzunluğu, lif uzunluk uyumu indeksi, lif olgunluğu, lif kopma uzaması, kısa lif içeriği, lif sarılık derecesi, lif parlaklığı ve lifteki çepel sayısı yönünden önemli oranda, 100 tohum ağırlığı özelliği yönünden ise önemsiz oranda farklılık olduğu saptanmıştır. Çalışmada, 100 tohum ağırlığının çevre koşullarından etkilenmediği, diğer özelliklerin ise çevre koşullarından etkilendiği, çırçır randımanı yönünden Söke, lif uzunluğu yönünden Menemen, lif uzunluğu uyumu yönünden, Bergama, Efeler ve Menemen, lif inceliği yönünden Milas ve Menemen, lif kopma dayanıklılığı yönünden Bergama, lif olgunluğu yönünden Söke, Torbalı ve Efeler, kısa lif içeriği yönünden Bergama ve Efeler, lif kopma uzaması yönünden Menemen, lif parlaklık derecesi yönünden Bergama, lif sarılık derecesi yönünden Söke, lifteki çepel sayısı yönünden Söke, Efeler ve Bergama, nep sayısı yönünden Efeler ve Söke, nep büyüklüğü yönünden ise Söke ilçelerinde yetiştirilen pamukların daha kaliteli olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Pamuk, yetiştirme koşulları, teknolojik özellikler

The Effect of Environment on Fiber Quality in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Abstract: The study was carried out to determine effect of environment on fiber quality in cotton grown in the Efeler and Söke areas of Aydın province, Bergama, Menemen, Torbalı areas of İzmir province, Sarayköy area of Denizli province, Milas area of Muğla province, Akhisar area of Manisa province, in the Aegean Region of Turkey in 2020. In this study Gloria variety was used as research material. The experiment was arranged as randomized complete plots design. The effect of locations on nep count, nep size, ginning percentage, fiber strength, fiber fineness, fiber length, uniformity index of fiber length, maturity degree of fiber, fiber elongation, short fiber content, yellowness rate of fiber, fiber brightness, trash count in fiber, were found to be significant. The effect of locations on 100 seed weight were found to be insignificant. In the study, it was determined that 100 seed weight was not affected by environmental conditions, while other characteristics were affected by environmental conditions. It was determined that the cotton grown in Söke area was most highest in terms of ginning percentage, maturity degree of fiber, yellowness rate of fiber, trash count in fiber, nep count and nep size. Menemen area gave the highest value in terms of fiber length, uniformity index of fiber length, fiber fineness and fiber elongation. The treatments of uniformity index of fiber length, short fiber content and trash count of cotton fiber were highest obtained in Bergama and Efeler areas. Torbalı and Efeler areas gave as highest as maturity degree of fiber the cotton grown in Söke area. Milas area showed similarly the highest value in terms of fiber fineness as compared Menemen. The cotton in Bergama area belongs to the highest value in terms of fiber strength and fiber brightness..

Keywords: Cotton, growing conditions, technological properties

GİRİŞ

Pamuk, dünyada en fazla bitkisel lif elde edilen bitkidir. Pamuk bitkisinden lif ve tohum olmak üzere iki temel ürün elde edilmektedir. Lifi tekstil ve kağıt sanayisine, tohumu ise yağ ve yem sanayisine hammadde sağlar. Yarattığı katma değer ve istihdam açısından hem ülkemiz de hem de dünyada büyük ekonomik öneme sahiptir. Pamuk lifi kalite yönünden diğer bitkisel liflere göre giyim sanayisine daha uygun olması nedeniyle insan nüfusu attıkça pamuğa da talep artmaktadır.

Dünyada pamuk üretiminin gerçekleşmesi için gerekli olan iklim koşulları az sayıda ülke de mevcut olması nedeniyle dünya üretiminin yaklaşık %80'i ülkemizin de içinde bulunduğu Hindistan, Çin, ABD, Pakistan, Brezilya ve Özbekistan tarafından gerçekleştirilmektedir. 2021/2022 üretim sezonunda, Türkiye Dünyada, ekim alanı yönünden

15., lif üretimi yönünden 8., lif verimi yönünden 4., lif tüketimi yönünden 6., lif ithalatı yönünden 7. ülke konumundadır (Anonim,2022).

Pamukta lif kalite özellikleri, genotipin genetik yapısına bağlı olmakla birlikte, toprak özellikleri, zararlı baskısı, iklim şartları, yetiştirme süresi, hasat ve çırçırılama metotları gibi çevresel faktörlerden de etkilenebilmektedir (Meredith, 1986).

* Sorumlu yazar: mkaynak@adu.edu.tr

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce desteklenmiştir. (Proje No: ZRF-20014).

Geliş tarihi: 2 Mayıs 2023

Kabul tarihi: 24 Haziran 2023

Hasat zamanındaki iklim şartlarının yabancı madde içeriği ve renk üzerine doğrudan etkili olup, hasatın geç yapılması halinde açan kozalardaki kütlü pamuk yağmur ve rüzgar gibi iklim şartlarına maruz kalabilmekte, hasat dönemindeki yağmurun önemli lif kalite ve verim kayıplarına neden olmaktadır. İklim şartlarının öncelikle kütlü pamukta renk derecesi ve yabancı madde içeriği üzerine olumsuz etkisi olmaktadır. Azami lif uzaması için uygun sıcaklığın 15.5 ile 30 °C arasında olması gerekir. Lif inceliği ve lif kopma dayanıklılığı, günlük minimum sıcaklıkların sekonder çeperdeki selüloz birikimini olumsuz etkilemesinden dolayı etkilenmektedir (Krieg, 2002).

Ekim zamanı, yetiştirme süresini ve hasat zamanını belirleyen önemli bir etmendir. Hasadın gecikmesi ile verim ve kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır. Hasat zamanındaki sürekli aşırı yağışlar, lif ve tohum kalitesi ile verimi azaltmakta, kütlü pamuk hasadını, temizlenmesini ve pazarlanmasını daha zorlaştırmakta, tohum kabuğu ve kırık tohum parçacıkları ve kalıntıları life karışmaktadır. Birçok fiziksel ve mikrobiyal zararlanmalar ile rüzgâr ve yağmurun kütlü pamuğu toprak üzerine düşürmesi neticesinde, lif kopma dayanıklılığının azalmasına sebep olabilmektedir. Kütlü pamuğun yapraklara teması halinde lifte benek olabilir, bitki kalıntıları renk derecelerini önemli derecede etkileyebilir. Açmış kozalarda kütlü pamuk, sürekli veya aşırı yağmur altında kalır ise pamuk benekli olur, grilik ile sarılık değerleri artar, aynı zamanda lif uzunluğu değerleri azalır. Lif olgunluğu, çevre koşulları ve kültürel uygulamalardan etkilenmesine karşın, lif inceliği daha çok genotipe bağlı bir karakterdir (Silvertooth ve ark.,1998).

Hasat zamanı geciktikçe elyaf yabancı madde sayısı artmaktadır. Hasatın erken yapılması durumunda lif olgunluğu düşmekte, hasatın geç yapılması durumunda ise çevresel faktörler nedeniyle lif kopma mukavemeti azalmaktadır. Hasat erken yapıldığında lif uzunluğunun arttığı, geç yapıldığında ise lif uzunluğunun düştüğü, erken ve geç hasadın kısa elyaf içeriğinin artmasına, lif uzunluk uyumu indeksinin azalmasına neden olmaktadır. Yağmur ve diğer çevresel koşullara bağlı olarak, hasatın gecikmesi lif yansıma değerini azaltmaktadır. Yıllara göre lif sarılık değerlerinde farklılık görülmesine, çevresel faktörler özellikle koza açımından sonra gerçekleşen yağış miktarı etkili olabilmektedir. Lif sarılık değerleri hasadın gecikmesiyle azalmakta ve bu azalmada lifin matlaşması önemli bir faktör olmaktadır. Sekonder çeperin erken hasatta tam oluşmaması, hasatın gecikmesi durumunda ise lif uzunluğu, lif mukavemeti gibi kalite değerlerinde gerileme nedeniyle olgunluk değerlerinde azalma görülmektedir. Lif inceliği ile nep sayısı arasında önemli oranda negatif ilişki vardır. Hasat zamanı ile nep sayısı arasında polinomal bir ilişki olması nedeniyle erken hasat edilen olgunlaşmamış kozalarda ve

geç hasat edilen kütlülerde nep sayısı artmaktadır (Özbek,2011).

Pamukta lif kalite özelliklerine birçok araştırmacının da belirttiği üzere daha çok genetik faktörler etkilidir. Ancak, kalite özelliklerine çevresel faktörlerde etkide bulunmaktadır. Anonim (2023a) çevrenin etkisinin lif uzunluğunda %18, lif inceliğinde %59, lif kopma dayanıklılığında %10, lif renginde ise %79 olduğunu, Terzi ve Kaynak (2019) ile Kabak ve Kaynak (2021) ise pamuğun yetiştiği yerlerdeki başta yağış ve sıcaklık olmak üzere iklimsel ve toprak faktörleri ile yaprak döktürücü uygulama zamanı ve dozu, hasat koşulları ile üreticinin uyguladığı diğer kültürel işlemlerin kalite özelliklerini etkileyebildiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışma, Ege Bölgesinde beş farklı havzada yer alan sekiz lokasyonda, pamukta çevrenin kaliteye etkilerini belirlemek ve üreticilerin yetiştirme tekniği ile ilgili uygulamalarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, Ege Bölgesinin standart pamuk çeşitlerinden Gloria çeşidi bitki materyali olarak kullanılmış olup, çeşit *Gossypium hirsutum* L. türüne aittir.

Araştırma Alanlarının İklim Özellikleri

Bu çalışma, Ege Bölgesinde beş farklı havzada yer alan Aydın ilinin Söke ve Efeler ilçesinde, İzmir ilinin Torbalı, Menemen ve Bergama ilçesinde Denizli ilinin Sarayköy ilçesinde, Manisa ilinin Akhisar ilçesinde ve Muğla ilinin Milas ilçesinde 2020 yılında gerçekleştirilmiştir. Ekimden hasada kadar geçen sürede vejetasyon süresi boyunca (Nisan-Ekim) gerçekleşen iklim verileri incelenmiştir (Anonim,2020) .

Çalışmanın yürütüldüğü ilçelerde 2020 yılı bitki büyüme sezonuna ait ortalama sıcaklığın en yüksek (30.1 C°) Temmuz ayında Sarayköy ilçesinde, en düşük ortalama sıcaklığın ise (14.2 C°) Nisan ayında Bergama ilçesinde olduğu, en yüksek nemin (%69.4) Ekim ayında Menemen ilçesinde, en düşük nemin ise (%41.1) Temmuz ayında Sarayköy ilçesinde olduğu görülmüştür. Yetiştirme sezonu süresince, Efeler ilçesinde 133.5 mm, Söke ilçesinde 159 mm, Torbalı ilçesinde 129 mm, Menemen ilçesinde 160.4 mm, Bergama ilçesinde 166 mm , Sarayköy ilçesinde 189.3 mm , Akhisar ilçesinde 151.6 mm, Milas ilçesinde ise 191.8 mm yağış düştüğü, koza açımı ve hasat zamanı olan Eylül-Ekim aylarında ise Efeler ilçesinde 41.1 mm, Söke ilçesinde 51.2 mm, Torbalı ilçesinde 26.7 mm, Menemen ilçesinde 25.4 mm, Bergama ilçesinde 62 mm , Sarayköy ilçesinde 56.6 mm, Akhisar ilçesinde 34.9 mm, Milas ilçesinde ise 92 mm yağış düştüğü saptanmıştır.

Araştırma Alanlarının Toprak Özellikleri

Çalışma alanlarından alınan toprak numunelerinin analizleri Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda yapılmış olup, toprak analiz sonuçlarına göre deneme yeri toprağının; Efeler, Bergama, Akhisar ve Milas ilçesinde killi-tınlı, Söke ve Torbalı ilçesinde

Siltli-killi-tınlı, Menemen ve Sarayköy ilçesinde kumlu-tınlı toprak yapısına sahip olduğu, tüm ilçelerde pH derecesinin hafif alkali seviyesinde ve tuzsuz olduğu, organik maddenin Efeler, Menemen ve Bergama ilçelerinde çok düşük, Söke, Akhisar ve Milas ilçelerinde düşük, Torbalı ve Sarayköy ilçelerinde ise orta düzeyde olduğu görülmüştür.

Yöntem

Araştırmanın Kurulması ve Yürütülmesi

Çalışmanın yürütüldüğü lokasyonlarda yapılan kültürel işlemler Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de, lokasyonlara göre ekimden hasada kadar yapılan kültürel işlemlerde farklılık olduğu, dekadaki bitki sayısının 15.715 adet ile 16.880 adet, bitki boyunun 82 cm ile 115 cm, kütlü pamuk

veriminin ise 320 kg/da ile 480 kg/da arasında değiştiği görülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü sekiz farklı lokasyonun herbirinden, 4'er adet makine ile hasat edilmiş kütlü pamuk örneği alımı yapılmıştır. Çalışmada, nep sayısı, nep büyüklüğü, lif uzunluğu, lif uzunluk uyumu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, lif kopma uzaması, lif olgunluğu, kısa lif içeriği, lif sarılık derecesi, lif parlaklığı, lifteki çepel sayısı ile 100 tohum ağırlığı ve çırçır randımanı özellikleri incelenmiştir. Yöntemleri uyarınca elde edilen verileri tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizleri yapılmış önem dereceleri F testine göre belirlenmiş ve önemli çıkan ortalamalar LSD (0.05) testine göre gruplandırılmıştır.

Çizelge 1. Lokasyonlarda yapılan kültürel işlemler

	Efeler	Söke	Torbalı	Menemen	Bergama	Sarayköy	Akhisar	Milas
Alan	150 da	200 da	180 da	1.500	2.000 da	250 da	500 da	300 da
Ekim Tarihi	30 Nisan	3 Mayıs	24 Nisan	3 Mayıs	30 Nisan	5 Mayıs	22 Nisan	2 Mayıs
Sıra Arası	70 cm	70 cm	70 cm	75 cm	75 cm	75 cm	74 cm	70 cm
Bitki Sayısı (adet/da)	15.715	16.015	16.680	16.850	16.560	16.880	15.720	16.650
Çapa Sayısı	1	2	2	1	2	1	2	1
Taban Gübresi (da)	-	30 kg 15-15-15	12 kg DAP, 18 kg 15-15-15	-	25 kg 15-15-15,	-	-	30 kg 15-15-15
Üst Gübre (da)	30 kg üre, 25 kg (NH ₄) ₂ SO ₄	20 kg üre, 20 kg (NH ₄) ₂ SO ₄	20 kg üre	25 kg üre, 35 kg NH ₄ NO ₃	20 kg üre, 25 kg (NH ₄) ₂ SO ₄	30 kg üre, 25 kg (NH ₄) ₂ SO ₄	35 kg üre, 20 kg (NH ₄) ₂ SO ₄	25 kg üre, 15 kg NH ₄ NO ₃
Yaprak Gübresi	-	var	-	-	-	-	-	-
İlaçlama Sayısı	5	6	6	5	7	5	9	10
Sulama sayısı	3	2	2	2	3	3	3	3
Defoliant Uygulaması	5 Ekim	3 Ekim	5 Ekim	5 Ekim	25 Eylül	2 Ekim	19 Eylül	20 Eylül
Hasat Tarihi	20 Ekim	18 Ekim	23 Ekim	21 Ekim	10 Ekim	16 Ekim	2 Ekim	8 Ekim
Bitki Boyu	105 cm	100 cm	82 cm	100 cm	85 cm	90 cm	105 cm	115 cm
Verim (da)	380 kg	405 kg	365 kg	320 kg	335 kg	420 kg	420 kg	480 kg

BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen özelliklere ilişkin varyans analizi kareler ortalaması Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir. Çizelge 2 ve 3'de, lokasyonlar (ilçeler) arasında çırçır randımanı, lif uzunluğu, lif uzunluğu uyumu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, lif olgunluğu, kısa lif içeriği, lif kopma uzaması, lif parlaklığı, lif sarılık derecesi, lifteki çepel sayısı, nep sayısı ve nep büyüklüğü yönünden önemli oranda, 100 tohum ağırlığı özelliği yönünden ise önemsiz oranda farklılık olduğu saptanmıştır.

İncelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'de verilmiştir. Çizelge 4 ve 5'de, elde edilen ortalama çırçır randımanının %41.91 (Menemen) ile %44.79 (Söke), 100 tohum ağırlığının 9.25 g (Menemen) ile 10.16 g (Efeler), lif uzunluğunun 28.17 mm (Söke) ile 30.83

mm (Menemen), lif uzunluk uyumu indeksi değerinin %82.42 (Söke) ile %84.52 (Efeler), lif inceliğinin 3.52 micronaire (Milas) ile 4.82 micronaire (Söke), lif kopma dayanıklılığının 31.90 g/tex (Söke) ile 34.85 g/tex (Bergama), lif olgunluğunun %0.845 (Milas ve Menemen) ile %0.880 (Söke), kısa lif içeriğinin %5.77 (Bergama ve Efeler), %7.30 (Söke), lif kopma uzamasının %5.70 (Söke ve Torbalı) ile %6.65 (Menemen), lif parlaklık derecesinin 64.55 Rd (Sarayköy) ile 77.82 Rd (Bergama), lif sarılık derecesinin 6.50 +b (Söke) ile 8.02 +b (Sarayköy ve Akhisar), lifteki çepel sayısının 33.25 adet/g (Söke) ile 146.00 adet/g (Sarayköy), nep sayısının 31.75 adet/g (Efeler) ile 110.50 adet/g (Menemen), nep büyüklüğünün 645.75 micron (Söke) ile 715.75 mikron (Sarayköy) arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 2.Çırcır randımanı, 100 tohum ağırlığı, lif uzunluğu, lif uzunluğu uyumu indeksi, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, lif olgunluğu özelliklerine ilişkin varyans analizi kareler ortalaması

Varyasyon Kaynağı	Çırcır Randım.	100 Tohum Ağırlığı	Lif Uzunluğu	Lif Uzunluk Uyumu	Lif İnceliği	Lif Kopma Dayanık.	Lif Olgunluğu
Lokasyon	3.951**	0.487	3.193**	2.204**	0.920**	3.985**	0.001**
Hata	0.618	0.568	0.147	0.611	0.034	1.043	0.000
Genel	1.370	0.549	0.835	0.971	0.234	1.707	0.000

* = %5 seviyesinde önemli, ** = %1 seviyesinde önemli.

Çizelge 3.Kısa lif içeriği, lif kopma uzaması, lif parlaklığı, lif sarılık derecesi, lifteki çepel sayısı, nep sayısı ve nep büyüklüğü özelliklerine ilişkin varyans analizi kareler ortalaması

Varyasyon Kaynağı	Kısa lif İçeriği	Lif Kopma Uzaması	Lif Parlaklık Derecesi	Lif Sarılık Derecesi	Lifteki Çepel Sayısı	Nep Sayısı	Nep Büyüklüğü
Lokasyon	1.362**	0.597**	73.547**	1.177**	7888**	2692.357**	1932.214**
Hata	0.350	0.038	1.895	0.063	547.750	270.063	496.000
Genel	0.578	0.164	18.075	0.314	2205.226	817.032	820.306

* = %5 seviyesinde önemli, ** = %1 seviyesinde

Çizelge 4.Çırcır randımanı, 100 tohum ağırlığı, lif uzunluğu, lif uzunluğu uyumu indeksi, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, lif olgunluğu özelliklerine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

Lokasyonlar	Çırcır Randımanı (%)	100 Tohum Ağırlığı (g)	Lif Uzunluğu (mm)	Lif Uzun. Uyumu (%)	Lif İnceliği (micro-naire)	Lif Kopma Dayanık. (g/tex)	Lif Olgunlu. (%)
Söke	44.79 a*	9.32	28.17 d	82.42 c	4.82 a	31.90 cd	0.880 a
Bergama	44.66 ab	9.95	29.87 bc	84.20 a	4.35 c	34.85 a	0.862 b
Akhisar	44.57 ab	9.39	30.39 ab	84.20 b	4.35 c	33.30 bcd	0.865 b
Efeler	44.20 ab	10.16	29.55 c	84.52 a	4.81 a	34.67 ab	0.875 a
Torbalı	43.57 ab	9.28	28.73 d	82.97 c	4.69 ab	33.67 abc	0.878 a
Milas	43.51 ab	9.45	30.24 b	83.87 b	3.52 d	33.72 abc	0.845 c
Sarayköy	42.93 ab	9.82	30.19 b	83.92 b	4.45 bc	33.30 bcd	0.865 b
Menemen	41.91 b	9.25	30.83 a	84.45 a	3.75 d	32.47 cd	0.845 c
LSD (%5)	1.14	1.10	0.56	1.14	0.27	1.49	0.009

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında, 0,05 olasılık sınırına göre önemli farklılık yoktur.

Çizelge 5.Kısa lif içeriği, lif kopma uzaması, lif parlaklığı, lif sarılık derecesi, lifteki çepel sayısı, nep sayısı ve nep büyüklüğü özelliklerine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

Lokasyonlar	Kısa Lif İçeriği (%)	Lif Kopma Uzaması (%)	Lif Parlak. Derecesi (Rd)	Lif Sarılık Derecesi (+b)	Lifteki Çepel Sayısı (adet/g)	Nep Sayısı (adet/g)	Nep Büyükl. (µm)
Menemen	7.30 a*	6.65 a	73.17 c	7.60 bc	120.25 a	110.50 a	688.75 a
Sarayköy	5.77 c	6.57 ab	64.55 e	8.02 a	146.00 a	77.25 b	715.75 a
Akhisar	6.15 c	6.57 ab	70.07 d	8.02 a	120.00 a	72.25 b	709.00 a
Bergama	5.77 c	6.52 ab	77.82 a	7.35 cd	53.00 b	71.75 b	705.00 a
Efeler	7.12 ab	6.32 b	76.50 ab	7.77 ab	49.25 b	31.75 c	686.50 a
Milas	6.62 abc	6.32 b	71.85 cd	7.02 d	135.70 a	94.00 ab	699.00 a
Torbalı	6.27 bc	5.70 c	69.92 d	7.92 ab	120.50 a	71.75 b	705.25 a
Söke	6.02 c	5.70 c	75.30 b	6.50 e	33.25 b	38.75 c	645.75 b
LSD (%5)	0.86	0.28	2.01	0.36	34.18	24.00	35.52

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında, 0,05 olasılık sınırına göre önemli farklılık yoktur.

Çizelge 2,3,4 ve 5'de, 100 tohum ağırlığı dışındaki diğer özellikler yönünden lokasyonlar arasında önemli oranda farklılık olduğu diğer bir deyişle çevre koşullarının 100 tohum ağırlığı dışındaki özelliklere önemli oranda etkisinin olduğu görülmektedir. Tüm lokasyonlarda çeşit aynı olduğu için lokasyonlar arasında oluşan bu farklılığa çevresel faktörler etkili olmaktadır. Lokasyonlarda, koza açımı ve hasat zamanı olan Eylül-Ekim aylarında 25.4 mm ile 92 mm arasında değişen miktarda yağmurun yağması, lokasyonlarda toprak özelliklerinin farklı olması ve Çizelge 1'de lokasyonlarda ekimden hasada kadar yapılan kültürel işlemlerin farklılığından oluşan çevresel faktörler, 100 tohum ağırlığı dışındaki özelliklerin önemli oranda etkilenmesine neden olmuştur

HVI ölçüm testine göre lokasyonlarda, lif uzunluğu değerlerinin 36-39 uzunluk kodu arasında olduğu, lif uzunluk uyumu değerlerinin Söke ilçesinde normal (%80-82) diğer ilçelerde ise düzgün (%83-85) sınıfta yer aldığı, lif inceliği değerlerinin Milas ve Menemen ilçelerinde ince (3.1-3.8 micronaire) ve diğer ilçelerin ise normal (3.9-4.9 micronaire) sınıfta yer aldığı, lif kopma dayanıklılığı değerlerinin tüm ilçelerde çok sağlam (31 g/tex ve üstü) sınıfta yer aldığı, lif olgunluk değerlerinin Milas ve Menemen ilçelerinde yüksek olgunluk (%80-85) diğer ilçelerde ise çok yüksek olgunluk (%86 ve üstü) derecesinde yer aldığı, kısa lif içeriği değerlerinin Bergama ve Efeler ilçesinde çok iyi (%6.0 ve altı) diğer ilçelerde ise iyi (%6.1-%8.0) sınıfta yer aldığı, lif kopma uzaması değerlerinin Torbalı ve Söke ilçelerinde düşük elastikiyet (%4.9-5.8) diğer ilçelerde ise elastik (%5.9-6.8) sınıfta yer aldığı saptanmıştır

Terzi ve Kaynak (2019) ve Kabak ve Kaynak (2021) aynı çeşidi kullanarak aynı havza içinde farklı lokasyonlarda da yaptıkları çalışmada çirçir randımanı yönünden lokasyonlar arasında önemli oranda farklılıklar olduğunu, Başbağ ve Gencer (2004)'in yüz tohum ağırlığının kalıtım derecesinin yüksek olduğunu bildiren çalışması elde edilen bulgular paralellik göstermektedir.

Silvertooth (2001) açmış kozalardaki kütlü pamuğun sürekli veya aşırı yağmura maruz kalması durumunda lif uzunluğunun azaldığını, Özbek (2011) lif uzunluğunun hasatın erken yapılması halinde arttığı, geç hasatta ise lif uzunluk değerinin azaldığını bildirmiştir. Jost (2005) genotipik faktörlerin lif uzunluğunda daha etkili olduğunu, Meredith (1986) genotipin lif uzunluğundaki etkisinin %80'den fazla olduğunu, Anonim (2023a) lif uzunluğunda çevrenin etkisinin %18 olduğunu, Terzi ve Kaynak (2019) lif uzunluğuna çevresel faktörlerin de etkili olduğunu, Desalegn ve ark., (2009) kalıtım derecesinin lif uzunluğunda 0.86, Kılı ve ark., (2005) %94.58 olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, lif uzunluğunun çevreden de etkilendiği saptanmış olup, önceki çalışmalarla benzerlik göstermekte, Kabak ve Kaynak (2021) aynı havza içinde farklı lokasyonlarda, lif uzunluğuna

çevresel faktörlerin önemli oranda etkili olmadığını belirten çalışma ile uyum göstermemiştir.

Dever ve Baker (1988) lif uzunluk uyumunun çirçirlemadan ziyade çevre faktörleri veya çeşit ile bağlantılı olduğunu, Shurley ve ark., (2004) lif uzunluk uyumunun hasat zamanından etkilediğini, Özbek (2011) lif uzunluk uyumunun hasadın erken ve geç yapılması durumunda azaldığını, Terzi ve Kaynak (2019) lif uzunluk uyumuna çevresel faktörlerin de etkili olduğunu belirtmişlerdir. Desalegn ve ark., (2009) kalıtım derecesini, lif uzunluk uyumu için %69 olarak saptamışlardır. Çalışmada, elde edilen bulgular önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Oğlakçı ve Gencer (1992) lif inceliğinin 30 günden daha az yaşlı kozalarda önemli düzeyde azaldığını, Metzger ve Supak (1987) lif inceliğini çok erken yapılan yaprak döktürücü uygulamalarının azalttığını, Silvertooth (2001) çevre şartları ve kültürel işlemlerin lif inceliği üzerine etkili olduğunu, ancak lif inceliğinde genetik faktörlerin daha etkili olduğunu, Özbek (2011) lif inceliğinin hasat zamanına, çeşitlere ve yıllara göre farklılık gösterdiğini, Desalegn ve ark., (2009) kalıtım derecesinin lif inceliğinde 0.60 olduğunu, Meredith (1986) çevresel faktörlerin lif inceliğindeki etkisinin %59 olduğunu, Terzi ve Kaynak (2019), Kabak ve Kaynak (2021) lif inceliğine çevresel faktörlerin de etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Meredith (1986) genotipin lif kopma mukavemetinde etkisinin % 80'den fazla olduğunu, Metzger ve Supak (1987) lif kopma dayanıklılığını çok erken yapılan yaprak döktürücü uygulamalarının azalttığını, Silvertooth (2001) kötü iklim koşullarının, fazla yağmurda kalmanın lif kopma dayanıklılığını azalttığını, ancak elyaf mukavemetinin daha çok genotipe bağlı bir özellik olduğunu, Shurley ve ark., (2004) lif mukavemetinin hasat geç yapıldığında düştüğünü, Özbek (2011) lif mukavemetinin hasatın erken yapılması halinde düşük olgunluk, hasatın geç yapılması halinde ise çevresel faktörler sebebiyle azaldığını, Anonim (2023a) lif kopma dayanıklılığında çevrenin etkisinin %10 olduğunu, Terzi ve Kaynak (2019), Kabak ve Kaynak (2021) lif kopma dayanıklılığına çevresel faktörlerin de etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular önceki çalışmalarla uyum göstermektedir.

Silvertooth (2001) lif olgunluğunu, hasatın ve yaprak döktürücü uygulamasının erken yapılmasının azalttığını, Özbek (2011) sekonder çeperin, hasatın erken yapılması halinde tam oluşmamasından dolayı lif kopma dayanıklılığı, lif uzunluğu gibi özelliklerin değerlerindeki azalma sebebiyle lif olgunluğunun düştüğünü, Terzi ve Kaynak (2019), Kabak ve Kaynak (2021) lif olgunluğuna çevresel faktörlerin de etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Bednarz ve ark., (2002) kısa elyaf içeriğini, yaprak döktürücü uygulaması ve hasat zamanının etkilediğini, Shurley ve ark., (2004) kısa elyaf içeriğine hasat zamanının etkili olduğunu, Jost (2005) kısa elyaf içeriğinin yetiştirme koşulları, hasat, çırçırılama şartları ile birlikte genotipe bağlı olduğunu, lif uzunluğunda sıcaklık artışıyla önemli bir değişikliğin olmadığını, kısa elyaf içeriğinin daha yüksek sıcaklıklarda daha da düştüğünü, Özbek (2011) kısa lif içeriğinin hasatın erken veya geç yapılması durumunda arttığını, Desalegn ve ark., (2009) kalıtım derecesinin kısa lif içeriği için 0.86 olduğunu bildirmiştir. Çalışmada, elde edilen bulgular önceki çalışmalarla benzerlik göstermesine karşın, Terzi ve Kaynak (2019) ve Kabak ve Kaynak (2021) aynı havza içinde farklı lokasyonlarda, kısa lif içeriğine çevresel faktörlerin etkili olmadığını belirten çalışması ile uyum göstermemiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular, kısa elyaf indeksinin daha çok lif uzunluğu ile ilişkili olduğu, lif uzunluğunun ise yukarıda belirtildiği gibi birçok çevresel faktör tarafından belirlendiği ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak yapılan bu çalışmada da lif uzunluk değerlerinin yüksek olduğu Menemen ve Akhisar ilçelerinden düşük kısa elyaf indeksi değerleri elde edilmiştir.

Özbek ve ark., (2008) lif kopma uzamasının, lif kopma dayanıklılığı ile olumsuz ilişki içerisinde olduğunu ve çeşide göre değiştiğini, Quisenbery ve ark., (1975) lif kopma uzamasının büyük ölçüde olgunlaşmamış lif oranına bağlı olduğunu, Kabak ve Kaynak (2021) lif kopma uzamasına çevresel faktörlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, elde edilen bulgular önceki çalışmalar tarafından da desteklenmiştir. Çalışmada lif kopma uzaması ile lif uzunluğu arasında pozitif, kısa lif içeriği arasında ise negatif ilişki saptanmıştır

Meredith (1986) çevresel faktörlerin renk değişimine etkisinin %79 olduğunu, Silvertooth (2001) açmış kozalarda kütlü pamuğun sürekli veya aşırı yağmura maruz kalması durumunda yağmurun lifi beneklendireceğini, grilik ve sarılık değerlerini arttıracığını, Krieg (2002) renk ve yabancı madde içeriği üzerine, hasat zamanındaki iklim şartlarının doğrudan etkili olduğunu, hasadın gecikmesi durumunda açmış kozalardaki kütlü pamuğun yağmur ve rüzgar gibi iklim şartlarına maruz kaldığında, yağışın lifin renk derecesi üzerine negatif etkisinin olduğunu, Shurley ve ark., (2004) hasat esnasında yüksek oransal nemin kütlü pamuk nem içeriğini doğrudan etkileyeceğini, yüksek nemin hasat etkinliğini, lif parlaklığını, hasat zamanının ise lifin renk derecesini düşüreceğini Özbek (2011), yağış ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak lif parlaklık değerinin hasat zamanı geciktikçe azaldığını, çeşitler arasında lif parlaklık değeri açısından fark olduğunu bildirmişlerdir. Kabak ve Kaynak (2021) lif parlaklık derecesine çevresel faktörlerin etkili

olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, lif parlaklık derecesi için elde edilen bulgular önceki çalışmalarla benzerlik göstermesine karşın, Terzi ve Kaynak (2019) aynı havza içinde farklı lokasyonlarda, lif parlaklık derecesine çevresel faktörlerin etkili olmadığını belirten çalışması ile uyum göstermemiştir.

Silvertooth (2001) açmış kozalardaki kütlü pamuğun, sürekli ve aşırı yağmur altında kalması halinde yağmurun lifi beneklendireceğini, grilik ve sarılık değerlerini arttıracığını, sürekli ve fazla yağmur halinde lifin yapraklara temas etmesi sebebiyle beneklenebileceğini, bitki kalıntılarının renk derecelerini önemli derecede etkileyeceğini, Krieg (2002) renk değerleri üzerine hasat zamanındaki iklim şartlarının doğrudan etkili olduğunu, Shurley ve ark., (2004) elyaf sarılık değerini hasat dönemindeki yüksek nemin etkileyeceğini, Özbek (2011) lif sarılık değerlerinin hasat zamanı geciktikçe azaldığını, bu azalmada lifin matlaşmasının önemli bir etken olduğunu, lif sarılık değerlerinin yıllara göre değişiklik gösterdiğini, bunda çevresel etmenlerin özellikle yağmurun etkili olabileceğini, sarılık değerlerinin çeşitlere göre farklılık gösterdiğini, bu farklılıkta çeşidin morfolojik özelliklerinin yanında lifin biyokimyasal yapısının da etkili olabileceği, Meredith (1986) çevresel etmenlerin renk değişimindeki etkisinin %79 olduğunu, Kabak ve Kaynak (2021) lif sarılık derecesine çevresel faktörlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, lif sarılık derecesi için elde edilen bulgular önceki çalışmalar tarafından da desteklenmesine karşın, Terzi ve Kaynak (2019) aynı havza içinde farklı lokasyonlarda, lif sarılık derecesine çevresel faktörlerin etkili olmadığını belirten çalışması ile benzerlik göstermemiştir.

Krieg (2002) yabancı madde içeriği üzerine hasat zamanındaki iklim şartlarının doğrudan etkili olduğunu, Özbek (2011) lifte yabancı madde sayısının, hasat zamanı geciktikçe arttığını, Kabak ve Kaynak (2021) lifteki çepel sayısına çevresel faktörlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, lifteki çepel sayısı için elde edilen bulgular önceki çalışmalarla benzerlik göstermesine karşın, Terzi ve Kaynak (2019) aynı havza içinde farklı lokasyonlarda, lifteki çepel sayısına çevresel faktörlerin etkili olmadığını belirten çalışması ile uyum göstermemiştir. Kütlü pamukta yabancı madde miktarının fazla olması, üründe kalite kayıplarına neden olmakta, ürünün değerini azalttığı gibi, temizleme için gereğinden fazla enerji ve işgücü kaybına neden olmaktadır.

AFİS ölçüm testine göre lokasyonlardaki lif nep sayısı değerlerinin, Menemen ilçesinde düşük (101-200 adet/g), diğer ilçelerde ise çok düşük (100 ve altı adet/g) sınıfta yer aldığı saptanmıştır. Mangialardi ve Meredith (1990) elyaf inceliği ve olgunluğu ile nep sayısı arasında önemli ilişki olduğunu, çeşitlere göre nep sayısının değiştiğini, Özçelik ve Kırtay (2003) daha ince pamuk liflerin kalın liflere göre daha fazla neps oluşturmaya meyilli olduğunu, Cantu ve ark., (2007) çeşitler arasında nep sayısı yönünden farklılıklar

olduğunu, Van der Sluijs (1999) lif inceliğinin, nep büyüklüğü ve sayısının belirlenmesi açısından en önemli özellik olduğunu belirtmişlerdir, Özbek (2011) nep sayısının erken hasat ve geç hasatta arttığını, lif inceliği ile nep sayısı arasında önemli oranda olumsuz ilişki olduğunu, nep sayısı yönünden çeşitler arasında farklılık bulunduğunu bildirmiştir. Zeng ve ark., (2010) çevre ve genotipin lif nep sayısı üzerine etkili olduğunu, lif olgunluğu ile nep sayısı arasında olumsuz yönde önemli (0.86) bir ilişki bulunduğunu, Anonim (2023b) olağan koşullarda nep sayısının 100-200 adet/g arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmada, nep sayısı için elde edilen bulgular önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Daha ince lif ve daha düşük olgunluk değerine sahip olduğu saptanan Milas ve Menemen lokasyonunun diğer lokasyonlara göre daha yüksek nep içerdiği görülmektedir.

Çalışmada, nep büyüklüğüne çevre koşullarının önemli oranda etkili olduğu saptanmış olup, Frydrych ve Matusiak (2002) pamukta nep büyüklüğünün 300-500 mikrondan fazla olduğunu bildiren çalışmasıyla benzerlik göstermektedir.

Çalışmada, 100 tohum ağırlığı dışındaki incelenen özellikler açısından havzalar arasındaki farklılıklara neden olan çevresel faktörler olarak, lokasyonlardaki toprak yapısı, yaprak döktürücü uygulama zamanı ve dozu, uygulanan diğer kültürel işlemler, hasat koşulları ile koza açımı ve hasat zamanında gerçekleşen yağışların önemli rol oynadığı söylenebilir.

SONUÇ

Tüm lokasyonlarda lif kalitesinin, HVI ve AFIS testine göre oldukça yüksek düzeyde olmasına karşın, çirçir randımanı yönünden Söke, lif uzunluğu yönünden Menemen, lif uzunluk uyumu yönünden, Bergama, Efeler ve Menemen, lif inceliği yönünden Milas ve Menemen, lif kopma dayanıklılığı yönünden Bergama, lif olgunluğu yönünden Söke, Torbalı ve Efeler, kısa lif içeriği yönünden Bergama ve Efeler, lif kopma uzaması yönünden Menemen, lif parlaklık derecesi yönünden Bergama, lif sarılık derecesi yönünden Söke, lifteki çepel sayısı yönünden Söke, Efeler ve Bergama, nep sayısı yönünden Efeler ve Söke, nep büyüklüğü yönünden ise Söke ilçelerinde yetiştirilen pamukların daha kaliteli olduğu saptanmıştır.

Lif kalite özelliklerine daha çok genetik faktörler etkiliyken, bu çalışmada lif kalite özelliklerinin çevre koşullarından da etkilendiği saptanmıştır. Ekimden hasada kadar yapılacak tüm kültürel işlemlerin, zamanında ve istenilen biçimde yapılması halinde çevresel faktörlerin etkisi azaltılabilir.

KAYNAKLAR

Anonim (2020) Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri.
Anonim (2022) İCAC verileri.
<https://www.icac.org/DataPortal/DataPortal?Units=Area&Year=2021/22%20proj>, Erişim Tarihi: 20/06/2022
Anonim (2023a) Growth and Development of a Cotton Plant.

<https://www.cotton.org/tech/ace/growth-and-development.cfm>, Erişim Tarihi: 17/01/2023,
Anonim (2023b) Learn About The Effect of Fiber Neps. <https://www.cottonusa.org/expert-outlooks/learn-about-the-effect-of-fiber-neps>, Erişim Tarihi: 17/01/2023.
Basbag S, Gencer O (2004) Investigations on the Heritability of Seed Cotton Yield, Yield Components and Technological Characters in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 7(8): 1390-1393.
Bednarz CW, Shurley WD, Anthony WS (2002) Losses in Yield, Quality and Profitability of Cotton from Improper Harvest Timing. Agronomy Journal, 94:1004-1011.
Cantu J, Krifa M, Beruvides M (2007) 1864 Fiber Neps Generation in Cotton Processing. Texas Tech University, World Cotton Research Conference-4, Lubbock, Texas, USA, 10-14 September 2007 pp.unpaginated ref.12
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/search/?q=ct%3a%22World+Cotton+Research+Conference-4%2c+Lubbock%2c+Texas%2c+USA%2c+10-14+September+2007.%22&page=3&rct=false>, Erişim Tarihi: 19/01/2023.
Desalegn Z, Ratanadilok N, Kaveeta R (2009) Correlation and Heritability for Yield and Fiber Quality Parameters of Ethiopian Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Estimated from 15 (diallel) Crosses. Kasetsart J. (Natural Science) 43, pp: 1–11.
Dever JK and Baker RV (1988) Influence of Cotton Fiber Strength and Fineness on Fiber Damage During Lint Cleaning. Textile Res. 58 (8):433-438.
Frydrych I, Matusiak M (2002) Predicting the Nep Number in Cotton Yarn—Determining the Critical Nep Size. Textile Research Journal 72(10):917-923
Jost P (2005) Cotton Fiber Quality and the Issues in Georgia. Department of Crop and Soil Sciences. Cooperative Extension Services. pjost@uga.edu. Bulletin 1289 /July 2005
Kabak R, Kaynak MA (2021) Üretici Koşullarında Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Yaprak Döktürücü Uygulamasının Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (1):133-140
Kılıf F, Efe L, Mustafayev S (2005) Genetic and Environmental Variability in Yield, Yield Components and Lint Quality Traits of Cotton. International Journal Of Agriculture & Biology, 7(6):1007-1010.
Krieg DR (2002) Fiber Quality Genetic and Environmental Affectors. Texas Tech University Lubbock, TEXAS. [www.cottoninc.com/2002 Conference Presentations /Fiber Quality Genetics], Erişim Tarihi: 15/05/2011.
Mangialardi GJ, Meredith WRJR (1990) Relationship of Fineness, Maturity, and Strength to Neps and Seed-

- Coat Fragments in Ginned Lint. Transaction of the ASAE,33 (4): 1071-1074.
- Meredith WRJR (1986) Fiber Quality Variation Among USA Cotton Growing Regions. Proc. Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council, pp. 105-106.
- Metzer RB, Supak J (1987) Cotton Harvest-Aid Chemicals. Texas Agricultural Extension Service, <https://hdl.handle.net/1969.1/145891>. Erişim Tarihi: 18/01/2023
- Quisenberry JE, Kohel RJ (1975) Growth and Development of Fiber and Seed in Upland Cotton. Crop Science, 15:463-467.
- Oğlakçı M, Gencer O (1992) Pamukta Yaprak Döktürmenin Verim ve Kalite Unsurlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üni. Zir. Fak. Dergisi. 3 (3), 11-21.
- Özbek N, Kaya H, Borzan G, Karademir Ç, Oğur NÖ (2008) Türkiye Pamuk Lif Kalitesi Veri Tabanının Oluşturulması. Nazilli Pamuk Araş. Enstitüsü. Yayın No:63.
- Özbek N (2011) Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Lif ve Tohum Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Saptanması. ADÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Aydın,
- Özçelik G, Kırtay E (2003) Pamuğun Değerini Düşüren Nepsin Yapısı, Oluşumu, Ölçüm Metotları Ve Önlenmesi. Türkiye VI. Pamuk, Tekstil Ve Konfeksiyon Sempozyumu Bildirileri, 24-25 Nisan 2003, Antalya.
- Shurley D, Bednarz C, Anthony S, Brown SM (2004) Increasing Cotton Yield, Fiber Quality, and Profit Through Improved Defoliation and Harvest Timeliness. AGECON-04-94. University of Georgia, Dep. Of Agric. And Applied Econ., Tifton, GA. [<http://www.ces.uga.edu/Agriculture/agecon/pubs/comm/increasingcot.pdf>], Erişim Tarihi: 01/06/2012
- Silvertooth JC, Norton ER, Brown PW (1998) Evaluation of Planting Date Effects on Crop Growth and Yield for UPLAND and Pima Cotton, 1997. Cotton Raport, 1998 [<https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/210335/AZ1006-020-033.pdf?sequence=1&isAllowed=y>], Erişim Tarihi: 18/01/2023
- Silvertooth JC (2001) Crop Management for Optimum Fiber Quality and Yield. The University of Arizona. Cooperative Extension. [<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1219-2015.pdf>], Erişim Tarihi: 18/01/2023
- Terzi H, Kaynak MA (2019) Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Hasadın Kalite Üzerine Etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1):27-33
- Van der Sluijs MHJ, Hunter L (1999) Neps in Cotton Lint. Textile Progress, 28 (4):1 - 51.
- Zeng L, William R, Meredith JR (2010) Neppiness in an Introgressed Population of Cotton. Genotypic Variation and Genotypic Correlation. The Journal of Cotton Science 14:17-2.

Çiğ Soya ve Tam Yağlı Soyanın Besin Madde Değerlerinin ve Isıl İşlem Faktörlerinin Kimyasal ve Spektrofotometrik Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi

Şevval Kahramanoğlu TÜMER¹ ID, Mürsel ÖZDOĞAN*² ID

¹ *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye*

² *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Aydın, Türkiye*

Öz: Bu çalışmada çiğ soya ve tam yağlı soyanın (TYS) besin madde içeriklerinin kimyasal ve spektrofotometrik analizlerle belirlenmesinin yanı sıra soya ve YYS örneklerinde ısıl işlem parametrelerinin spektrofotometrik metotla saptanması amaçlanmıştır. Dört farklı işletmeden alınan çiğ soya ve YYS yemlerinin her birinden 25 adet olmak üzere toplam 75 örnek üzerinde çalışılmıştır. Çiğ soya, normal (119-134°C) ve yüksek sıcaklıkla (135-141°C) işlenmiş tam yağlı soya grupları (TYS-NS ve YYS-YS) kendi aralarında değerlendirilmiştir. Örneklerin besin madde içeriği kimyasal metotlarla ve Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrofotometre (NIRS) cihazı kullanılarak saptanmıştır. Ayrıca, spektrofotometrik olarak lizin ve metiyonin amino asit değerleri de ölçülmüştür. Bunların yanısıra, NIRS cihazıyla ısıl işlem parametrelerinden protein dağılım indeksi (PDI), Potasyum hidroksit'de protein çözünürlüğü (KOH-PÇ), tripsin inhibitör aktivitesi (TIA), reaktif lizin (R-lizin) değerleri belirlenmiştir. Çiğ soyaya göre farklı ısıl işlem uygulanan YYS gruplarında PDI, KOH-PÇ ve TIA değerleri düşerken (P<0.001), R-lizin değerleri istatistiksel olarak fark göstermemiştir. Çiğ soya ve YYS örneklerinde gerek kimyasal analiz değerleri gerekse NIRS analiz değerleri birlikte ya da tek başına kalite kriterlerinin değerlendirmesinde kullanılabilceği, yine spektrofotometrik olarak ölçülen ısıl işlem parametreleri de YYS kalite programlarında güvenle değerlendirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soya, protein dağılım indeksi, tripsin inhibitör aktivitesi, KOH'de protein çözünürlüğü, NIRS

Evaluation of Nutrient Compositions and Heat Processing Factors of Raw Soy and Full-Fat Soybean Using Chemical and Spectrophotometric Methods

Abstract: This study aimed to determine the nutrient contents of raw soybean and full fat soybeans (FFS). The analysis involved chemical and spectrophotometric methods to determine nutrient composition and heat processing parameters of raw soybean and FFS. A total of 75 samples were collected, including 25 samples from each of the soybean and FFS groups from four commercial firms. The FFS groups, FFS-NT (full fat soybean, normal temperature) and FFS-HT (full fat soybean, high temperature), processed at normal and high temperatures were evaluated separately. The nutritional content of the samples was determined using chemical methods and Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) device. Additionally, the values of lysine and methionine amino acids were measured spectrophotometrically. In addition, NIRS device was used to measure protein dispersibility index (PDI), protein solubility in potassium hydroxide (KOH-PS), trypsin inhibitor activity (TIA), and reactive lysine (R-lysine) values for heat processing parameters. The results showed that PDI, KOH-PS, and TIA values decreased in YYS groups subjected to different heat treatments compared to raw soybean (P<0.001), while R-lysine values did not differ statistically among these groups. In conclusion, both chemical and NIRS analysis values obtained from raw soybean and YYS samples can be used together or individually in the evaluation of quality criteria, and the heat processing parameters measured spectrophotometrically can also be confidently evaluated in FFS quality programs.

Keywords: Soybean, protein dispersibility index, trypsin inhibitor activity, protein solubility in KOH, NIRS

GİRİŞ

Soya ürünleri (tam yağlı soya ve soya küspesi) tüm çiftlik hayvanlarının beslenmesinde önemli yem ham maddeleridir. Bu durum, soya ürünlerinin yüksek düzeyde ve kaliteli protein içermeleriyle doğrudan ilişkilidir. Sindirilebilirliği ve biyolojik değeri yüksek protein içeriğine sahip soya ürünleri özellikle kanatlı ve tek mideli hayvanların beslenmesinde temel protein kaynağı olarak kabul görmektedir (Yasohtai, 2016).

Tam yağlı soya üretiminde kullanılan ısıl işlem uygulamaları anti-besinsel faktörleri azaltırken, protein kalitesini korumakta ve yağın sindirim organlarında yararlanımını arttırmaktadır (Grant ve ark., 1995; Palliyeguru ve ark., 2011; Nikmaram ve ark., 2017). Soya tohumunda bulunan Kunits tipi tripsin inhibitörü ısıl işlemlerle etkisiz hale getirilebilir

(Woyengo ve ark., 2017). Isıl işlem uygulamaları mikrobiyal popülasyonu da etkilemektedir (Liener, 2000; Mantovani ve ark., 2011). Diğer yandan, aşırı ısıl işlem uygulamaları ise başta lizin olmak üzere birçok amino asidin hem konsantrasyonunda hem de sindirilebilirliğinde önemli azalmalara neden olabilmektedir (Lee ve Garlich, 1991; Yasohtai, 2016). Yüksek sıcaklıklara maruziyet, Maillard reaksiyonuna bağlı olarak amino asit içeriğinin zarar görmesiyle sonuçlanabilir (Heger ve ark., 2016).

***Sorumlu Yazar:** mozdoğan@adu.edu.tr

Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Aydın ADÜ BAP birimi tarafından ZRF-21002 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 26 Nisan 2023

Kabul Tarihi: 17 Mayıs 2023

Farklı ısıl işlemlerden geçirilmiş tam yağlı soya veya soya küspesinin kanatlı hayvanlar, domuzları ve süt sığırlarının verim performansıyla sağlığı üzerine etkilerinin gözlemlendiği pek çok sayıda çalışmalar bulunmaktadır (Aburt ve ark. 1998; Palić ve ark., 2010; Heger ve ark., 2016; Kuenz ve ark., 2022).

Soyaların proteininin kalitesini değerlendirebilmek için tripsin inhibitör seviyeleri yanı sıra, aktif kalan lizin miktarı, KOH_PÇ, PDI ve reaktif lizin miktarı değerleri üzerinde durulmaktadır (Batal ve ark., 2000; Brestenský ve ark. 2014). Soya ve soya ürünlerinin besin madde içeriklerinin gerek kimyasal analizlerle gerekse yakın kızılötesi yansıma spektrofotometresi (NIRS) ile ölçülmesi ve sonuçlarının güvenilir olması oldukça önemli olup, bu konuda da çalışmaların yürütüldüğü bilinmektedir (Bulut, 2010; Hoffmann ve ark., 2017; Dunmire ve ark., 2019).

Bu çalışmada da çiğ soya ve TYS'nin besin madde içeriklerinin kimyasal ve spektrofotometrik metotlarla belirlenirken, ısıl işlem parametrelerinin ve bazı amino asit içeriklerinin NIRS cihazıyla tahmin değerleri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada; çiğ soya ve TYS numuneleri, Türkiye'deki 4 farklı işletmeden farklı zamanlarda işlenen yemlerden temin edilmiştir. Çalışmada; çiğ soya, normal sıcaklıkta (119-134°C) işlenmiş tam yağlı soya (TYS-NS), yüksek sıcaklık (135-141°C) işlenmiş tam yağlı soya (TYS-YS) olmak üzere toplam 3 farklı muamele grubu bulunmaktadır. Çiğ soya ve TYS gruplarının her birinden 25 olmak üzere toplam 75 örnek üzerinde çalışılmıştır. Tam yağlı soya için, sahada yaygın olarak kullanılan iki farklı sıcaklık derecelerinde işlem görmüş örneklerden toplanmıştır. Aynı numuneler ısıl işlem görmeden önce de çiğ soya örnekleri toplanmıştır. Tam yağlı soya için, 119-134°C normal sıcaklık ve 135-141°C yüksek sıcaklık olarak, iki farklı sıcaklık aralığı grubu şeklinde değerlendirilmiştir. Hammadde örnekleri, işletmelerde üretilmiş yemlerin her birinden 0.5 kg şeffaf numune torbalarına konulmuş, analiz gününe kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Tüm yemlerde, kimyasal ve spektrofotometrik analizler yapılmıştır.

Örneklerde kimyasal analiz olarak; kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), ham selüloz (HS), analizleri AOAC (1997) deki metotlarla, ADF ve NDF analizleri Van Soest Metoduna, nişasta analizi polarimetrik metoda, şeker analizi ise Luff-Scroll metoduna göre yapılmıştır (Karabulut ve Canbolat, 2005). Fosfor analizi ise kolorimetrik metotla hesaplanmıştır (Bulgurlu ve Ergül, 1978). Örneklerin spektrofotometrik analizleri, NIRS olarak da bilinen yakın kızılötesi yansıma spektrofotometre cihazında yapılmıştır. Spektrofotometrik analizlerde; kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), ham selüloz (HS), ADF, NDF, nişasta, şeker, fosfor (P), metiyonin ve lizin

değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca yeme uygulanmış ısıl işlemin etkilerini belirlemek için de protein dağılım indeksi (PDI), KOH'de protein çözünürlüğü (KOH-PÇ), tripsin inhibitör aktivitesi (TİA) ve reaktif-lizin'in (R-Liz) spektrofotometrik analizleri yapılmıştır. Analizlere başlamadan önce Retsch ZM 200 markalı değirmende 0.5 mm'lik elek kullanılarak öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler NIRS cihazında (FOSS DS 2500 model, Denmark) tek tek okutulmuştur. Okutulan örnekler ISIScan Nova yazılımına yüklenmiştir. Ardından Evonik AMINONIR Servis Kalibrasyonları kullanılarak temel besin madde analizleri, amino asit ve ısıl işlem analizleri gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometrik analizlerde kullanılan veriler, Weende analizlerinin uluslararası kabul görmüş standart analiz sonuçlarına dayanmaktadır. Verilerin analizleri, Evonik (Evonik Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) ticari firmasının veri tabanına dayanmaktadır.

İstatistik Analiz

Verilerin normal dağılışa uygunluğu SAS (1999) paket programında test edilmiştir. Normal dağılışa uygun olduğu belirlenen özellikler, varyans analizine tabi tutulmuş ve en küçük kareler ortalamaları elde edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar Tukey's çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan çiğ soya ve 2 farklı sıcaklık derecesinde (119-134°C ve 135-141°C) işlenmiş tam yağlı soya gruplarının kimyasal besin madde analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi Çizelge 1' de verilmiştir. Muamele gruplarının KM, HP, HY, HK, NDF ve fosfor değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı ısıl işlem görmüş TYS gruplarının kuru madde, ham protein değerleri çiğ soyadan daha yüksek değerler gösterirken (P<0.001), yalnızca TYS-NS grubunun ham kül değeri diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (P<0.05). Farklı sıcaklıklarda işlenmiş TYS gruplarının NDF değeri çiğ soya grubunun değerinden yüksek (P<0.001) bulunurken, farklı sıcaklıklarda işlenmiş TYS gruplarının fosfor değerleri, çiğ soya grubundan daha düşük olduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

Çalışmadaki çiğ soya ve farklı sıcaklıklarda kavrulmuş tam yağlı soya gruplarının besin madde analiz sonuçları ile sadece spektrofotometrik cihazda ölçülmüş metiyonin ve lizin değerlerinin spektrofotometrik sonuçları Çizelge 2' de gösterilmiştir. Çizelge 2'de tam yağlı soya gruplarının kuru madde, ham protein ve ham kül değerleri, çiğ soya grubundan daha yüksek tespit edilmiştir (P<0.001). Grupların HY değerleri karşılaştırıldığında, en düşük ham yağ TYS-YS grubunda görülürken, en yüksek çiğ soya grubunda görülmüştür (P<0.001). TYS-NS grubunun şeker ve ADF

değerleri, diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (P<0.001).

Çizelge 1. Çiğ soya ve farklı sıcaklıklarda işlem görmüş tam yağlı soyanın kimyasal analiz sonuçları, %

Besin Maddeleri	ÇS	TYS-NS	TYS-YS	SHO	P Değeri
Kuru Madde	89.03 ^a	92.98 ^b	92.75 ^b	0.3677	0.001
Ham Protein	36.16 ^a	38.46 ^b	38.75 ^b	0.2776	0.001
Ham Yağ	21.81 ^a	20.71 ^b	20.43 ^b	0.1979	0.006
Ham Kül	5.05 ^a	5.45 ^b	5.05 ^a	0.0673	0.013
Ham Selüloz	5.13	5.35	5.21	0.0707	0.465
Nişasta	0.42	0.54	0.49	0.0303	0.275
Şeker	6.21	5.92	6.27	0.1334	0.543
ADF	7.96	7.55	7.97	0.1024	0.160
NDF	8.53 ^a	11.19 ^b	11.31 ^b	0.3011	0.001
Fosfor	0.54 ^b	0.50 ^a	0.50 ^a	0.0066	0.025

^{a,b}: Her satırdaki farklı harfleri içeren değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

ÇS: Çiğ soya; TYS-NS: 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; TYS-YS: 135-141 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; SHO: Standart Hata Ortalaması

Çizelge 2. Çiğ soya ve tam yağlı soyanın spektrofotometrik analiz sonuçları, %

Besin Maddeleri	ÇS	TYS-NS	TYS-YS	SHO	P Değeri
Kuru Madde	89.17 ^a	92.96 ^b	92.82 ^b	0.1602	0.001
Ham Protein	36.08 ^a	38.45 ^b	38.85 ^b	0.1528	0.001
Ham Yağ	21.48 ^a	20.70 ^b	19.71 ^c	0.1248	0.001
Ham Kül	5.06 ^a	5.46 ^b	5.46 ^b	0.0219	0.001
Ham Selüloz	5.21	6.17	5.59	0.3411	0.569
Nişasta	0.47	0.54	0.48	0.0168	0.143
Şeker	6.57 ^a	5.93 ^b	6.75 ^a	0.0958	0.001
ADF	8.08 ^a	7.54 ^b	8.12 ^a	0.0784	0.001
NDF	8.70 ^a	11.14 ^b	11.53 ^b	0.1686	0.001
Fosfor	0.52	0.50	0.51	0.0039	0.073
Metiyonin	0.47 ^a	0.51 ^b	0.50 ^b	0.0022	0.001
Lizin	2.29 ^a	2.37 ^b	2.38 ^b	0.0069	0.001

^{a,b,c}: Her satırdaki farklı harfleri içeren değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

ÇS: Çiğ soya, TYS-NS: 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; TYS-YS: 135-141 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; SHO: Standart Hata Ortalaması

Çizelge 3. Çiğ soya ve farklı sıcaklıklarda tam yağlı soyanın sıcaklık işlem sonuçları

Özellikler	ÇS	TYS-NS	TYS-YS	SHO	P Değeri
PDİ	56.06 ^a	9.69 ^b	8.65 ^b	1.6315	0.001
KOH-PÇ	93.19 ^a	81.83 ^b	75.58 ^c	1.1489	0.001
TİA	24.30 ^a	8.65 ^b	7.41 ^c	0.5760	0.001
R-Lizin	2.15	2.11	2.21	0.0497	0.645

^{a,b,c}: Her satırdaki farklı harfleri içeren değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

ÇS: Çiğ soya, TYS-NS: 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; TYS-YS: 135-141 °C sıcaklıkta kavrulmuş tam yağlı soya; SHO: Standart Hata Ortalaması; PDİ: protein dağılım indeksi; KOH-PÇ: KOH'de protein çözünürlüğü; TİA: tripsin inhibitör aktivitesi; R-Lizin: reaktif-lizin

NDF değerinin ise, çiğ soya grubuna göre farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.001$). Öte yandan farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarının metiyonin ve lizin değerleri, çiğ soya grubunun değerlerinden daha yüksek olduğu ortaya konmuştur ($P < 0.001$). Çalışmada çiğ soya ve 2 farklı sıcaklık derecesinde (119-134°C ve 135-141°C) işlenmiş tam yağlı soya gruplarının ısıtma işlem parametrelerinin spektrofotometrik analiz sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir. Isıtma işlem etkisini ortaya koyan parametrelerden PDI, KOH-PS ve TIA-A değerlerinin her birinin muamele grupları arasında farklılık gösterdiği görülmüştür ($P < 0.001$). Farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarının PDI, KOH-PS ve TIA-A değerlerinin, çiğ soya grubunun değerlerinden önemli düzeyde düştüğü görülmüştür. Aynı zamanda, sıcaklık arttıkça PDI, KOH-PS ve TIA-A değerlerinin daha da düştüğü görülmüştür.

Soya fasulyesi değerli bir yem ham maddesi olabilmesi için ısıtma işleminden geçirilmesi gerekmektedir (Palliyeguru ve ark., 2011; Nikmaram ve ark., 2017). Isıtma işleminden geçirilmeyen bir soyanın içerisindeki fitotoksik denilebilecek beslemeyi engelleyici faktörleri ve uygun olmayan şartlarda depolanmasında oluşan mikrobiyal içeriğinden dolayı, hayvanların sindirim fizyolojisinde sorunlar oluşturmakta, yemden yararlanmanın kötüleşmesi ve hatta sağlığının bozulmasına yol açabilmektedir (Liener, 2000; Mantovani ve ark., 2011; Woyengo ve ark., 2017). Öte yandan çiğ soya ve ısıtma işleminden geçirilmiş soyanın besin madde içeriklerinin farklılık gösterebileceği doğal bir sonuçtur. Bu bağlamda mevcut çalışmada çiğ soyanın ve farklı sıcaklıklarda ısıtma işlem görmüş TYS örneklerinin besin madde içeriklerinin hem kimyasal analiz sonuçları hem de spektrofotometrik (NIRS) analiz sonuçları birlikte incelendiğinde, her iki analiz metodunun benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Her iki analiz metodunda da, çiğ soyanın KM, HP, NDF değerleri farklı sıcaklıklarda ısıtma işlem görmüş TYS örneklerinden daha düşük çıkmıştır. Bu besin maddeleri üzerine sıcaklık işleminin olumlu etki yaptığı söylenebilir. Bazı alternatif yemlerin besin madde içeriğinin kimyasal ve NIRS metodlarıyla belirlenmesine ilişkin çalışmada her iki metod sonuçlarının benzer olduğu bildirilmekte, mevcut çalışma sonuçlarını desteklemektedir (Pehlevan ve Özdoğan, 2015). Karma yem formlarının besin madde içeriklerinin kimyasal ve spektrofotometrik analizlerle karşılaştırıldığı çalışmada ise, metotlara göre besin madde değerlerinin bazılarında farklılık olduğu ve örnekleme sayısının bu farklılığın ortadan kalkacağı bildirilmiştir (Elbirlik ve Özdoğan, 2021), fakat mevcut çalışmada ise NIRS cihazında çok sayıda soya ve TYS örnekleriyle çalışılmasından dolayı besin madde değerlerinin tahmininde daha iyi sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Analiz sayısının artmasıyla, NIRS analiz sonuçlarının doğruluğunun arttığı bildirilmektedir (Green ve ark., 2005). Mevcut çalışmada her iki metotta da farklı sıcaklık

uygulamalarının TYS'nin ham yağ değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Soya tohumundaki yağ hem öğütmenin hem de ısıtma işlemin etkisiyle tohumun içerisinden fiziksel olarak serbest hale geldiği, açığa çıkan bu yağın işleme sırasında ekspander ve ekstruder ekipmanlarında kaldığı gibi bir kısmının taşıma ve depolamada TYS'den uzaklaştığı düşünülmektedir. Tam yağlı soyanın besin madde içeriğinin çiğ soya değerine göre irdeleyen önceki çalışmalara rastlanılmamıştır. Mevcut çalışmada farklı ısıtma işlem görmüş TYS gruplarının ham kül değerleri ise, her iki metotta da çiğ soya grubundan yüksek olduğu görülmekte, bu durumun nereden kaynaklandığına ilişkin bir değerlendirme yapılamamış ve buna ilişkin önceki çalışmalara da rastlanılmamıştır. Yine mevcut çalışmada her iki metotta da farklı ısıtma işlem görmüş TYS örneklerinde NDF değerlerinin çiğ soya grubundan yüksek bulunurken, fosfor değerlerinin çiğ soya grubundan düşük olmasının nedenleri açıklanamamıştır. Mevcut çalışmada farklı kavurma sıcaklıklarında ise NDF değerlerinin benzer bulunması, önceki bir çalışmadaki farklı kavurma tekniklerinin tam yağlı soya gruplarının NDF değerlerini değiştirmedeği bildirilmiştir (Marty ve Chavez, 1993). Ayrıca, spektrofotometrik analizde ham soyanın şeker ve ADF değerlerinin, 119-134 °C sıcaklıkta kavrulmuş TYS grubundan düşük çıktığı görülmüştür fakat kimyasal analiz sonuçlarında benzer durum gözlemlenmemiştir. Önceki çalışmalarda incelenmiş, bu özelliklere ilişkin bir değerlendirmeyle karşılaşılmamış, dolayısıyla mevcut çalışmadaki spektrofotometrik şeker ve ADF değerlerine ilişkin bir yorum yapılamamıştır. Bu değerlere ilişkin başka yapılacak araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Mevcut çalışmadaki bir başka besin maddeleri değerlendirmeleri, sadece spektrofotometrik analizi yapılmış metiyonin ve lizindir. Farklı sıcaklıklarda kavrulmuş TYS gruplarının metiyonin ve lizin değerleri, çiğ soya grubunun değerlerine göre iyileştiği gözlemlenmiştir. Mevcut bu çalışmadaki farklı sıcaklıklarda kavurma işlemi, çiğ soyanın metiyonin ve lizin değerlerine göre artış gösterirken, farklı ısıtma işlem sıcaklıklarında fark gözlenmemiştir. Soya küspesi ile ilgili önceki bir çalışmada otoklavlama süresi (29 PSI basınç ve 128 °C'de, 0-60 dk arası) arttıkça soya küspesinin lizin değerlerinin düştüğü bildirilmektedir (Dunmire, 2019). Yine tam yağlı soya ile ilgili farklı sıcaklık ve sürelerinin amino asit ve sindirilebilirlik değerleri üzerine yapılmış çalışmada ise, ham soyanın lizin değeri %2.2, metiyonin değeri 0.51 iken, 100 derecelik ısıtma işlemde lizin ortalama %2.24, metiyonin %0.51, 110 derece 60 dakika otoklavlamada süre arttıkça %2.21-2.15, metiyonin ise %0.52-0.51 değerlerine düşmüştür (Abdollahi ve ark., 2022). Mevcut çalışmada spektrofotometrik analiz değerlendirmesine göre, tam yağlı soya gruplarının PDI değeri (% 9.69-8.65) ham soya grubuna (%56.06) göre önemli düzeyde düşmüş, dolayısıyla çiğ soya grubuyla kıyaslandığında her iki sıcaklık uygulamasından etkilendiği ve

de sıcaklık arttıkça PDİ değerinin sayısal değer olarak düştüğü de dikkati çekmiştir. Soya küspesi ile ilgili önceki bir çalışmada, soya küspesinin yeterli ısı işlem uygulandığının göstergesi olarak protein dağılım indeksinin %40-45 düzeyinde olması gerektiğini bildirmiştir (Batal ve ark., 2000). Mevcut çalışmadaki TYS gruplarının KOH-PÇ ve TİA değerlerinin, çiğ soya grubunun aynı değerlerine göre düştüğü ve aynı zamanda TYS gruplarında artan sıcaklıkla bu değerlerin orantısal olarak azaldığı görülmektedir. Önceki çalışmalarda, sıcaklık süresi veya derecesindeki artışla KOH-PÇ değeri arasında ters ilişkili olduğu bildirilmektedir (Bulut, 2010). Fakat tam yağlı soya kalitesinin belirlenmesine ilişkin bir çalışmada, çiğ soya KOH-PÇ ve TİA değerlerine göre farklı sıcaklıklarda kavrulmuş (118-140) tam yağlı soyaların değerlerinin düştüğü ve özellikle TİA değerlerindeki düşüşün çok önemli seviyelerde olduğu belirtilmektedir (Ruiz ve ark., 2004). Bir başka çalışmada da sıcaklık derecesi ve süresiyle TYS'nin KOH- PÇ ve TİA değerlerinin çiğ soya değerlerine göre önemli seviyelerde düştüğü bildirilmektedir (Abdollahi ve ark., 2022). Ancak TİA değerlerinin çok düşük olması, çok yüksek sıcaklıkların uygulandığının göstergesi olduğu ve dikkat edilmesi gerektiği bilinmektedir. Çünkü fazla işleme protein yapısına dolayısıyla amino asit yapısına zarar verdiği ve zootehnik parametrelerini kötüleştirdiği bildirilmektedir (Bulut, 2010; Abdollahi ve ark., 2022; Hoffmann ve ark., 2019). Yine bir başka çalışmaya göre tam yağlı soyadaki tripsin inhibitörünün en çok düşme gösterdiği sıcaklık aralığının 150-160 derecede %9-11 nem içerikli soyalardan elde edildiği bildirilmektedir (Riaz, 2007).

SONUÇ

İki farklı sıcaklıkta işlem görmüş tam yağlı soya grupları, besin madde içerikleri bakımından çiğ soyaya göre hem kimyasal hem de spektrofotometrik ölçümlere göre daha iyi sonuçlar göstermiştir. İki farklı sıcaklıkta kavrulmuş TYS gruplarının metiyonin ve lizin içeriklerinin soyadan yüksek olduğu, kavurma işleminin her iki amino asit içeriğini iyileştirdiği söylenebilir.

Çiğ soya ile ısı işlem görmüş TYS grupları arasında ısı işlem analiz parametreleri incelendiğinde, tam yağlı soya gruplarında PDI parametresi çiğ soya grubundan oldukça düşüktür ki, sıcaklık uygulamasının etkinliğini göstermekte ve ısı işlem hasarının göstergesi kabul edilmektedir. Benzer sonuçlar, KOH-PÇ ve TİA değerlerinde de görülmüş, TYS gruplarında artan sıcaklık uygulamasıyla bu değerlerin daha da düştüğü ve ısı işlem uygulamasının ne derecede uygulandığının göstergesi olabileceği görülmektedir.

Teşekkür

Bu projeyi (ZRF-21002) destekleyen Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine, kimyasal analizlerin bir kısmının yürütüldüğü Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Abdollahi MR, Wiltafsky-Martin M, Zaefarian F, Ravindran V (2022) Metabolizable Energy and Standardized Ileal Amino Acid Digestibility of Full-Fat Soybeans for Broilers Are Influenced By Wet-Heating, Expansion Temperature, and Autoclaving Time. *Poultry Science* 101: 102016.
- Aburt A, Vazues M, Dale NM (1998) Strategies for Utilizing Over Processed Soybean Meal: II. Lysine Supplementation. *Journal of Applied Poultry Research* 32: 196-201.
- AOAC (1997). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16th ed, Washington DC, USA.
- Batal AB, Douglas MW, Engram AE, Parsons CM (2000) Protein Dispersibility Index as an Indicator of Adequately Processed Soybean Meal. *Poultry Science* 79: 1592-1596.
- Brestenský M, Nitrayová S, Patráš P (2014) Protein Quality of Malting Sprouts. XVII International Symposium, "Feed Technology", 25-27 October 2016, pp: 20-23. Novi Sad, Serbia.
- Bulgurlu Ş, Ergül M (1978) Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 127. Bornova, İzmir.
- Bulut G (2010) Türkiye'de Üretilen Soya Hammaddelerinde Protein Kalitesinin Kanatlılar Yönünden In Vitro Tekniklerle Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dunmire KM, Dhakal J, Stringfellow K (2019) Evaluating Soybean Meal Quality Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, Swine Day*. 5(8): 1-8.
- Elbirlik O, Özdoğan M (2021) Yem Formunun Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi Metoduyla Süt Sığırcı Karma Yemlerinin Besin Madde Değerlerine Etkisinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 58(2): 263-271.
- Grant G, Dorward PM, Buchan WC, Amour JC, Pusztai A (1995) Consumption of Diets Containing Raw Soya Beans (*Glycine Max*), Kidney Beans (*Phaseolus Vulgaris*), Cowpeas (*Vigna Unguiculata*) or Lupin Seeds (*Lupinus Angustifolius*) by Rats for up to 700 Days. Effects on Body Composition and Organ Weights. *British Journal of Nutrition* 73: 17-29.
- Green RL, Thureau G, Pixley NC, Mateos A, Reed RA, Higgins JP (2005) In-Line Monitoring of Moisture Content in Fluid Bed Dryers Using Near-IR Spectroscopy with Consideration of Sampling Effects on Method Accuracy. *Analytical Chemistry* 77(14): 4515-4522.
- Heger J, Wiltafsky M, Zelenka J (2016) Impact of Different Processing of Full-fat Soybeans on Broiler Performance. *Czech Journal of Animal Science* 61(2): 57-66.

- Hoffmann D, Brugger D, Windisch W, Thurner S (2017) Calibration Model for a Near Infrared Spectroscopy (NIRS) System to Control Feed Quality of Soy Cake Based on Feed Value Assessments In-Vitro. *Chemical Engineering Transactions* 58: 379-384.
- Hoffmann D, Thurner S, Ankerst D, Damme K, Windisch W, Brugger D (2019) Chickens' Growth Performance and Pancreas Development Exposed to Soy Cake Varying in Trypsin Inhibitor Activity, Heat-degraded Lysine Concentration, and Protein Solubility in Potassium Hydroxide. *Poultry Science* 98: 2489-2499.
- Karabulut A, Canbolat Ö (2005) Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları No: 2.05.048.0424. Sayfa: 1192-123. Bursa- Türkiye.
- Kuenz S, Thurner S, Hoffmann D, Kraft K, Wiltafsky-Martin M, Damme K, Windisch W, Brugger D (2022) Effects of Gradual Differences in Trypsin Inhibitor Activity on the Estimation of Digestible Amino Acids in Soybean Expellers for Broiler Chickens. *Poultry Science* doi: 10.1016/j.psj.2022.101740.
- Lee H, Garlich JD (1991) Effect of Overcooked Soybean Meal on Chicken Performance and Amino Acid Availability. Department of Poultry Science, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695-7608.
- Liener IE (2000) Non-nutritive Factors and Bioactive Compounds in Soy. In: Dackley, J. K. (Ed.), *Soy in Animal Nutrition*. Federation of Animal Science Societies Savoy, IL, 13-45.
- Mantovani D, Filho LC, Corazza ML (2011) Physical and Chemical Characteristics Studies During the Processing of Soybean Used in Monogastric Feeding. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 32(3): 1163-1168.
- Marty BJ, Chaves ER (1993) Effects of Heat Processing on Digestible Eners/ and Other Nutrient Digestibilities of Full-Fat Soybeans Fed to Weaner, Grower and Finisher Pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 73: 411-419.
- Nikmaram N, Leong SY, Koubaa M, Zhu Z, Barba FJ, Greiner R, Oey I, Roohinejad S (2017) Effect of Extrusion on the Anti-Nutritional Factors of Food Products: An Overview. *Food Control* 17: 62-73.
- Palliyeguru MVCD, Rose SP, Mackenzie AM (2011) Effect of Trypsin Inhibitor Activity in Soya Bean on Growth Performance, Protein Digestibility and Incidence of Sub-Clinical Necrotic Enteritis in Broiler Chicken Flocks. *British Poultry Science* 52(3): 359-367.
- Palić D, Modika KY, Coetzee SE, Lević J, Kokić B, Peno N (2010) Protein Dispersibility Index and Protein Solubility in Potassium Hydroxid as Indicators of the Degree of Fullfat Soybean Heat Treatment. *Krmiva* 52(3): 135-140.
- Pehlevan F, Özdoğan M (2015) Bazı Alternatif Yemlerin Besin Madde İçeriğinin Belirlenmesinde Kimyasal ve Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi Metotlarının Karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(02): 1-10.
- Riaz M (2007) Extruding Full Fat Soy for Maximum Quality. Food Protein R&D Centre, Texas A&M University, College Station, Texas, USA. <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/extruding-full-fat-soy-for-maximum-quality/>
- Ruiz N, Belalcázar de F, Diáz GC (2004) Quality Control Parameters for Commercial Full-Fat Soybeans Processed by Two Different Methods and Fed to Broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 13: 443-450.
- SAS (1999) The SAS System SAS Institute Inc., Version 8. Cary, NC, USA.
- Woyengo TA, Beltranena E, Zijlstra RT (2017) Effect of Anti-Nutritional Factors of Oilseed Co-Products on Feed Intake of Pigs and Poultry. *Animal Feed Science and Technology* 233: 76-86.
- Yasothai R (2016) Antinutritional Factors in Soybean Meal and Its Deactivation. *International Journal of Science, Environment and Technology* 5(6): 3793-3797.

The Use of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS) in Selection of Greenhouse Site Location: The Case of Aydın Region in Türkiye

Yasin MERCAN*¹, Fuat SEZGİN¹

¹Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering Aydın, Türkiye

Abstract: The aim of this study was to determine the most suitable areas for greenhouse sites and the suitability of the sample sites in Aydın region by using Geographic Information System (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis methods. For this purpose, in line with the literature researches and expert opinions, five main location selection criteria (topography, soil, climate, water and economy) and two separate location selection constraints (land use capability class and distance from the surface water resources) were considered. In addition, 160 sample sites were selected from existing greenhouse sites in the study area through purposeful sampling method and their suitability was questioned. The scoring and pairwise comparison methods used in the Analytical Hierarchy Process (AHP) method were preferred for weighting the evaluation criteria. In the review, according to all criteria and constraints, it was determined that 2.4% of the study area was “most suitable”, 33.4% was “suitable”, 31.4% was “moderately suitable”, 0.7% was “slightly suitable”, 29.6% was “unsuitable”, and 2.5% was “out of evaluation” area. In addition, it was determined that 1.9% of the sample sites selected were “most suitable”, 10.1% were “suitable”, 0.6% were “moderately suitable”, and 87.3% were “unsuitable”. According to these results, it was understood that the lands in the study area were not generally suitable for the greenhouse site in terms of the distance from the surface water resources and the land use capability class. In addition, recommendations have been made for realizing more comprehensively the selection of suitable places for greenhouse production and other agricultural production areas in both study area and other fields.

Keywords: Location selection, AHP, G-MCDA

Örtüaltı İşletme Yeri Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemi (Cbs) Ve Çok Ölçütlü Karar Analizinin (Çöka) Kullanımı: Türkiye Aydın Yöresi Örneği

Öz: Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Ölçütlü Karar Analizi yöntemleri kullanılarak, Aydın yöresinde örtüaltı işletme yerleri için en uygun alanların ve örnek işletme yerlerinin uygunluk durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, literatür araştırmaları ve uzman görüşleri doğrultusunda, beş ana yer seçimi ölçütü (topoğrafya, toprak, iklim, su ve ekonomi) ve iki ayrı yer seçimi kısıtı (arazi kullanım kabiliyet sınıfı ve yerüstü su kaynaklarına uzaklık) dikkate alınmıştır. Ayrıca, araştırma alanında gayeli örnekleme yöntemiyle mevcut örtüaltı işletmelerden 160 adet örnek işletme seçilerek uygunluğu sorgulanmıştır. Değerlendirme ölçütlerinin ağırlıklandırılması için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminde kullanılan puanlanma ve ikili karşılaştırma metotları tercih edilmiştir. Yapılan sorgulamada, tüm ölçütlere ve kısıtlara göre araştırma alanının %2.4'ünün “en uygun”, %33.4'ünün “uygun”, %31.4'ünün “orta uygun” %0.7'sinin “az uygun” ve %29.6'sının “uygun olmayan” ve %2.5'inin “değerlendirme dışı” alanlar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, seçilen örnek işletmelerin %1.9'u “en uygun”, %10.1'i “uygun”, %0.6'sinin “orta uygun” ve %87.3'ü ise “uygun olmayan” olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, araştırma alanındaki arazilerin genelinin örtüaltı işletme yeri için yerüstü su kaynaklarına uzaklık ve arazi kullanım kabiliyet sınıfı bakımından uygun olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, gerek araştırma alanı ve gerekse diğer alanlarda örtüaltı üretiminin yanısıra diğer tarımsal üretim alanları için uygun yer seçiminin daha kapsamlı olarak gerçekleştirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yer seçimi, AHP, C-ÇÖKA

INTRODUCTION

The rate of current natural resources in the world to meet the needs of the rapidly growing population is crucial for human beings to maintain their life under optimum conditions. While the world population is increasing at an average rate of 1.09 (Anonymous, 2019a), main resources such as water and soil are regressing in terms of quantity as well as quality due to the effect of the factors such as industrialization, unplanned and unprogrammed urbanization and pollution depending on this population growth rate.

The use of technology in agricultural production may vary depending on the ecology and socioeconomic status of the producers. The ecological factors are climate and geography starting primarily with soil. Technologies that will make

economic contributions to the agricultural sector should not be imported products. The production of technologies suitable for the structure and conditions specific to each ecology requires the establishment of capital-intensive industries.

Greenhouse cultivation is one of the application areas where labor and capital are used mostly per unit area. Although

* **Corresponding Author:** yasin.mercan@adu.edu.tr

This study is produced from the PhD thesis. It was supported by Aydın Adnan Menderes University within the scope of project no ZRF-12034.

The submitted date: May 2, 2023

The accepted date: June, 27 2023

greenhouse agriculture is important in terms of economic development, many serious problems experienced in the sectors ranging from procurement of raw material to marketing issues have made the attempts inconclusive. Therefore, although there are sufficient opportunities in Turkey, the greenhouse sector could not reach the desired level. Along with the increase utilization of the geothermal energy and modern agricultural techniques in the widespread use of this sector, suitable sites where cultivation can be made are needed to develop and support the sector.

The goal in planning greenhouse sites is to reduce heat losses and to make maximum use of the winter sun. Generally, these enterprises are also planned for off-season production. Climate and environmental conditions should also be taken into account in planning suitable greenhouse structures. Greenhouse site selection and positioning are extremely important to provide ideal environmental conditions. The reason is that the site location and positioning affect the heating costs, the amount of labor, plant diseases, and economic success of the enterprise.

This study was conducted to determine the greenhouse site locations in Aydin province. The results obtained from the study allow to question the location of the existing facilities in the area and to determine the locations of new greenhouse sites to be established.

Location Selection Process

Location selection is the process of determining where an enterprise will be located. Since the location selection is a long-term and strategic decision that affects the competitive power of the enterprise, it is hard and costly to change it. The main objectives in site location selection are listed as meeting the business requirements, increasing efficiency and performance, and providing cost advantage (Ayanoğlu, 2005; Eleren, 2006).

In the past, site location selection was almost entirely based on economic and technical criteria. Today, it appears as an extremely complex structure. It is known that selection criteria should also meet a set of social and environmental requirements imposed by legislation and government regulations. Site location selection process emerges as a multi-criteria decision problem involving a complex set of factors including social, technical, environmental, and political problems (Rikalovic et al., 2014).

The suitability of the agricultural site location will not only help to reduce costs in operating activities and increase profits but it is also vitally important in terms of sustainability. However, since there is no specific decision making mechanism in Turkey, the site selection process is conducted with the operators' own knowledge and physical facilities. This situation causes problems arising from incorrect location selection process. These problems are

generally unsuitable places in terms of geographical locations such as climate, topographic conditions, soil, land condition, water, transportation, labor supply, proximity to electricity and natural energy resources. These problems due to location selection cause additional costs in the enterprises to solve problems varying from raw material procurement, transportation, and marketing to the other infrastructure problems. Enterprise site selection has an extremely complex structure due to the presence of more than one criterion in the evaluation of the decision process and the need for consensus among these criteria, which can be in contrast to each other. Many methods and techniques are used to solve such complex problems (Malczewski, 1999a; Yüksel, 2004; Deri, 2015).

GIS-MCDA (G-MCDA) Solution For Greenhouse Site Selection

Since spatial decision problems are heavily based on geographical data, MCDA can be implemented by integrating into GIS (G-MCDA). G-MCDA is the evaluation of data with and without location reference together for a final decision. G-MCDA is the use of location referenced data and the arrangement and selection of the priorities of decision makers and data and alternatives within a certain decision rule. In the most general terms, G-MCDA operations are composed of the steps of defining the problems, determining the criteria and normalizing the criteria layers, weighting the criteria and decision analysis (Malczewski, 1999b). G-MCDA allows data collection, storage, organization and analysis operations with the facilities provided by GIS and integration of geographical data and preferences of decision makers with the facilities provided by MCDA for the final decision (Malczewski, 1999a; Öztürk, 2009).

In a study conducted in Samsun province and its districts, the suitable cultivation periods to make greenhouse cultivation economically were determined with GIS. Conditioning requirements were investigated using the climate and digital elevation model with geographical information systems as advantageous and disadvantageous on district basis. The most suitable economic cultivation period was determined to be April-November period (Cemek, 2005a).

In the study conducted by Sönmez and Sarı (2006), remote sensing and geographic information systems were used in the development of greenhouse database. For this purpose, a database was prepared containing information about field, location and other features by examining the satellite images of the greenhouses in computer environment. In this context, the presence of 3547 ha greenhouse reported in city center of Antalya was determined as 2783.0 ha with this method.

In a study conducted in Iran, multi-criteria decision methods were used in greenhouse site selection. In the study, the pairwise comparison methods in determining the relative weights between the criteria and ANP and COPRAS-G method for emphasizing the interdependent relationships were preferred. The factors used in determining the greenhouse sites are labor, government, environment, physical condition, regional economy and raw materials. Greenhouse site selection criteria and their weighting were determined by the sector experts. The selection was made from six criteria and five alternative locations in line with the expert opinions. According to the results of the analysis, the most important criteria were determined as government, environment and physical condition (Rezaeiniya et al., 2012). In a study by Marucci et al. (2014), planning of the greenhouse energy need in Italy was performed using the geographic information system. In the study, the annual artificial energy need was determined for certain threshold values in heating the polyethylene covered greenhouse. The study was conducted in two greenhouses and the times when the temperature in the greenhouse fell below a certain threshold were determined. In the greenhouse, the annual energy need for the threshold values of the air temperatures of 10, 12 and 14 °C was calculated. The most suitable areas for greenhouse activities were classified for the availability of natural energy in Italy.

In a study conducted in Iran, fuzzy ANP approach was used in greenhouse site selection application. In determining the weights of the criteria that are effective in greenhouse site selection, they preferred triangular fuzzy numbers to represent the subjective two-way comparisons of the experts' decisions. In the study, seven criteria and eighteen sub-criteria were used in the greenhouse site selection and selection was made from five alternatives. The criteria were listed as government (government policy), labor (access to labor and labor cost), physical conditions (land cost, construction cost and expanding greenhouse), environmental conditions (soil, water and topography), raw material (raw material prices, access to raw material), special conditions (road, electricity, fuel and access to market) and greenhouse type (vegetable, plant and flower and mushroom greenhouse). It was stated in the analyses that the most effective criteria among all criteria used for selection of greenhouse site location was the government policy, which was followed by the land cost (Rezaeiniya et al., 2014).

In the study conducted by Kouchaksaraei et al. (2015) in Iran about the glass greenhouse site selection, SWARA and COPRAS methods from MCDA methods were used. SWARA in the evaluation of criteria and COPRAS method in the evaluation of alternatives were shown on a sample application. In the application, evaluation of the criteria and

calculation of weights were performed by experts. In the application, selection was made from four alternatives using three criteria and fourteen sub-criteria. In conclusion, the most suitable alternative was selected from the listed alternatives.

In a study conducted to determine potential of the greenhouse cultivation, suitable areas were determined by considering the solar radiation and sunshine duration factors. In the study, by considering the greenhouse potential in Turkey, eleven provinces where the cultivation is made at the highest rate were selected and the effect of production areas and production varieties of these cities based on solar radiation and sunshine duration was examined. It was stated that the daily radiation value required in greenhouse cultivation was sufficient in Antalya and Mersin provinces while it was insufficient in Mugla, Adana, Izmir and Hatay provinces. It was stated that Samsun province, which is another prominent province in greenhouse cultivation, fell behind these provinces in terms of sunshine and radiation value. In conclusion, it was stated that in the greenhouse where cultivation is wanted throughout the year, the solar radiation and sunshine duration should be met artificially in regions where they cannot be met naturally (Öz, 2017).

In another study, Saltuk and Altun (2018) determined if lower Euphrates region is suitable for greenhouse site selection by considering its climate conditions and production capacities using GIS and MCDA methods. In the study, the criteria of climate, soil, wind, altitude, slope, aspect, and distance to rivers and lakes were considered. The effect classes of the criteria used in the greenhouse site selection and their weights were determined by ranking and scoring, respectively. Then, by matching the criteria, the eligibility maps of Sanliurfa, Kilis, Adiyaman and Gaziantep provinces were evaluated in three categories (suitable, partially suitable and not suitable). It was determined that 13.23% of the study area was suitable, 45.38% was partially suitable and 41.39% was not suitable. It was stated that the most suitable areas for greenhouse cultivation were Adiyaman and Sanliurfa provinces.

In the site selection of a new greenhouse enterprise, it was pointed out that criteria such as location of the enterprise (courtyard) with respect to the land, topographic and soil conditions, energy and water resources, sun and prevailing winds, environmental effects and legal regulations should be considered (Balaban and Şen, 1988).

MATERIAL AND METHODS

Material

This study was carried out to determine the suitable greenhouse site locations based on G-MCDA in Aydin region. Aydin is generally known as an agriculture and tourism city. In addition to the presence of geothermal resources in Aydin province, which has a temperature climate in West

Anatolia Region, also through the supports made by the Ministry, greenhouse agriculture activities have been accelerated. Aydın is one of the provinces with the highest geothermal greenhouse potential. Aydın province is one of the most important provinces in terms of both climate factors and geothermal energy resources (Yıldız, 2010; Tunçbilek ve Yılmaz, 2021). In the study, ArcGIS 10.6.1 software 3D Analyst, Conversion Tools, Data Management Tools and Spatial Analyst modules from basic geographic information system software allowing spatial inquiry were used. In addition, AHP method from MCDA techniques and Super Decision software in the analysis of this method were used (ESRI, 2013; Yıldırım and Önder, 2015; Malczewski and Rinner, 2015; Anonymous, 2019b).

All data used in the study were converted into a common coordinate system in order for the analysis to give correct results. In this conversion, WGS 1984 Datum and UTM projection Zone 35 Coordinate system were used. Coordinate conversion of the data were made with ArcGIS software.



Figure 1 Study area

In the study area, 160 sample greenhouse sites were selected from a total of 441 existing greenhouse sites from 17 districts of Aydın province using purposeful sampling method (Aydın Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2019). In the selection of these sites, certain criteria such as district-based distribution of the existing sites in a way to represent the study area, transportation facilities and soil characteristics were taken into consideration (Arıkan, 2013). Figure 1 shows the study area.

In this study, Turkish State Meteorology Service (TSMS), data provided by General Directorate of Meteorology, State Hydraulic Works, General Directorate of Rural Services, Landscape Architecture and Agrology and Plant Nutrition Department of the faculty of Agriculture in ADU were used in order to determine the greenhouse site areas suitable for Aydın province (KHGM, 2001; Anonymous, 2019c; Anonymous, 2023; TSMS, 2019; TSMS, 2023).

Method

In the study, regulating and preparing the criteria determining the greenhouse site locations were performed within a process. In this process, each criterion was prepared as a GIS layer. In the preparation of these layers, conversion tools, surface, distance, proximity, interpolation, reclass and zonal histogram analysis modules were used.

The analysis results obtained from the greenhouse site selection survey were evaluated and visualized in seven categories including “Out of evaluation”, “Not suitable” (0), “Least Suitable” (1), “Slightly Suitable” (2), “Moderately suitable” (3), “Suitable” (4) and “Most suitable” (5). Classification intervals and scores of the predicted evaluation criteria are given in Table 1 and defined separately below. And class scores for the constraints were specified as “0” (not suitable) and “1” (most suitable).

Site Selection Criteria

The factors that are effective in the decision making of greenhouse site selection can be gathered under two groups as environmental factors and structural factors. Environmental factors are listed as light, temperature, wind, moisture, energy, water, proximity to the market, and proximity to electricity and heating resources (Yüksel and Yüksel, 2012; FAO, 2013). The structural factors are the greenhouse enterprise type, structure type, width and length, height, roof type and slope, plant type to be grown, foundation depth, cover material, purlin length, rafter spacing, long axis direction and the status of other structures (Yüksel, 2004). By considering these factors, site selection process is completed.

In this study, topography (slope, aspect and altitude), soil (LUCC, erosion and depth), climate (solar radiation, sunshine duration, temperature and wind), water (distance to surface water resources) and economy (proximity to the surface water resources, proximity to wholesale locations, proximity to highways, proximity to residential centers and settlements) evaluation criteria were taken into account. In the study, factors like protected areas, ownership status, plant and tree properties desired to be grown, environmental requests, ground water resources, water quality, labor opportunities, heat sources, heating and construction costs, etc. were not taken into account.

Table 1. Classification intervals and scores of the evaluation criteria predicted in greenhouse site selection in the study area.

Evaluation criteria		Classification range	Class score	References	Evaluation criteria					
Main criteria	Sub criteria				Main criteria	Sub criteria	Classification range	Class score	References	
1) Topography	Slope (%)	<2	5	Çelebi (1973); FAO (1974); Benites ve Friedrich (2000); Yüksel (2004); Dorren ve Rey (2004); Castilla ve Baeza (2013); Güney (2013); MEGEP (2015); Anonymous (2019d)	3) Climate	Solar radiation (kWhm ⁻² d ⁻¹)	<2.1	1	Elsner vd. (2000); Yüksel (2004); FAO (2013) Cemek vd. (2006); Zabeltitz (2011);	
		2-5	4				2.1-2.2	3		
		5-15	3				2.2-2.3	4		
		15-60	2				>2.3	5		
		60-80	1				<300	1		Baytorun vd. (2000); Cemek vd. (2006)
		>80	1					300-350		
			350-400	4						
	Aspect	Flat	5	Zabeltitz (2011); Yüksel ve Yüksel (2012).		<5	3	Elsner vd. (2000); Cemek (2005b); Castilla ve Hernandez (2007); Zabeltitz (2011); Sezer ve Başkaya (2014); Çaylı ve Temizkan (2018)		
		South	5				5-10		4	
		Southwest	4			>10	5			
		Southeast	4							
		West	3			<2	3		TSE (1997); Yüksel (2004); FAO (2013)	
		East	2							
		Northwest	1							
		Northeast	1							
	North	1	<2000	0		Turkish Official Gazette (2004); Tomar (2009); Sönmez ve Demir (2011); Turkish Official Gazette (2017);				
	Altitude (m)	<200	5	Zabeltitz (2011); Castilla (2013); Sezer ve Başkaya (2014); Yasloğlu (2014)		4) Water	Distance from the surface water resources (m)	>2000	5	
200-400		4								
400-600		3								
600-800		2								
>800		1								
2) Soil	Land Use Capability Class(LUCC)	1st Class	5	Alkan (1977); Sönmez vd. (2007) Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (2008); Yüksel ve Yüksel (2012)	5) Economy	Proximity from the surface water resources (m)	<2000	0	Alkan (1977); Yüksel (2004); Rorabaugh (2012)	
		2nd Class	4				2000-3000	5		
		3rd Class	3				>3000	1		
		4th Class	2				<10 000	5		Yüksel (2004)
		5th Class	1					10 000-20 000		
		6th Class	1			20 000-30 000		3		
		7th Class	1			30 000-40 000		2		
		8th Class	0			>40 000	1			
		Other	0			<1 000	1	Yüksel (2004); Rorabaugh (2012); Castilla (2013)		
			1 000-5 000	5						
			5 000-10 000	3						
			>10 000	2						
	Erosion	1st Degree (slight)	5	Yüksel (2004)		Proximity to residential centers (m)	<1 000	5	Yüksel (2004); Rorabaugh (2012); Castilla (2013)	
		2nd Degree (moderate)	3				1 000-5 000	4		
		3rd Degree (severe)	2				5 000-10 000	3		
		4th Degree (extreme)	1				10 000-15 000	2		
		Other	0				>15 000	1		
	Depth	Deep	5	Yüksel ve Yüksel (2012)		Proximity to settlements (m)	<1000	5	Zabeltitz (2011); Rorabaugh (2012); Yüksel ve Yüksel (2012); Castilla (2013); Castilla ve Baeza (2013)	
Medium deep		4	1000-5000		4					
Shallow		3	5000-10 000		3					
Very Shallow		2	10 000-15 000		2					
Lithosolic		1	>15 000		1					
Other		0								

Site Selection Constraints

In order to remove the areas that were not suitable for greenhouse site selection in the study area, two separate constraints including “Land Use Capability Class” and “Distance to Surface Water Resources” were taken as basis.

Class scores for the constraints were specified as “0” (not suitable) and “1” (most suitable). The class intervals and scores predicted for these constraints are given in Table 2 and defined separately below

Table 2. Classification intervals and scores of the constraints predicted in greenhouse site selection in the study area

Evaluation criteria	Class	Score
1) Land Use Capability Class (LUCC)	Other	0
	1st Class	0
	2nd Class	0
	3rd Class	1
	4th Class	1
	5th Class	0
	6th Class	1
	7th Class	1
2) Surface Water Resources Protection Area	≤2000 m	0
	>2000 m	1

Normalization of Criterion Layers

In this study, layer values should be in the same measurement unit in order to synthesize the criterion layers together with their weights. This happens by normalizing the criterion layers. In the study, all layers were normalized according to the value range method and the result was ensured to take values between 0-1 (Malczewski and Rinner, 2015). The normalization process was performed with the Map Algebra Raster Calculator tool of Spatial Analyst Tools module (Huisman, and de By, 2009).

Weighting of criterion layers

In the determination of the relative weight values showing the relative importance of the criterion layers, scoring and paired comparison methods were used.

In this study, weight values of the main and sub-criteria were determined with a survey study for the formation of pairwise comparison matrices and the fitness values of the sub-criteria were determined by the scoring method. The survey study was conducted through face-to-face interviews with 12 academic staff members working in Faculty of Agriculture of Aydin Adnan Menderes University. At this stage, consensus was obtained by taking the geometrical mean of the values indicating the relative importance of personal judgments of each decision maker in terms of pairwise comparison method and a similar study was also applied by Saaty (1980) and Kurc (2018). Figure 2 shows the screenshot showing the hierarchy structure of greenhouse site selection.

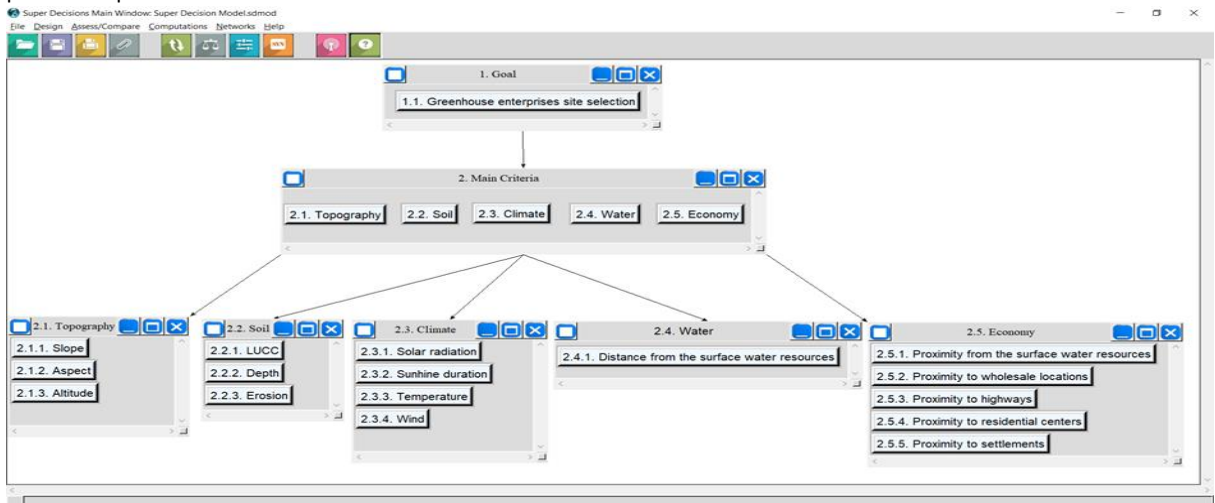


Figure 2 Screenshot showing the hierarchy structure of greenhouse site selection

Determination of Location Alternatives

In the study area, each criterion was prepared as a GIS layer and converted into a raster format. These layers converted to raster format were transformed to integers before being overlaid. These layers converted to integers were normalized and subjected to weighted sum analysis by considering the weight values determined previously. The most suitable areas were determined according to the sub, main and all criteria taken into evaluation (Figure 2). In addition, it was accepted to be evaluated as a constraint in terms of Land Use Capability Class (LUCC) and Distance to Surface Water Resources (DSWR) criteria in greenhouse site

selection in the study area. As a result, all criteria subjected to the evaluation were overlapped with the constraints taken as basis and a suitability result map was obtained.

RESULTS AND DISCUSSION

Weighting of the Criteria in Greenhouse Site Selection

In the study, five main criteria were prepared in determining the suitable greenhouse site selection. These were topography, soil, climate, water and economy. Table 3 shows matrix and weight value of pairwise comparisons. In addition, the inconsistency for the pairwise comparison matrix was calculated as 0.013.

Table 3 Comparison matrix and weight values of the main criteria

Criteria	Topography	Soil	Climate	Water	Economy	Weights
Topography	1	2	1/2	1	1/2	0.17
Soil	1/2	1	1/2	1	1/2	0.13
Climate	2	2	1	2	1	0.28
Water	1	1	1/2	1	1/2	0.14
Economy	2	2	1	2	1	0.28

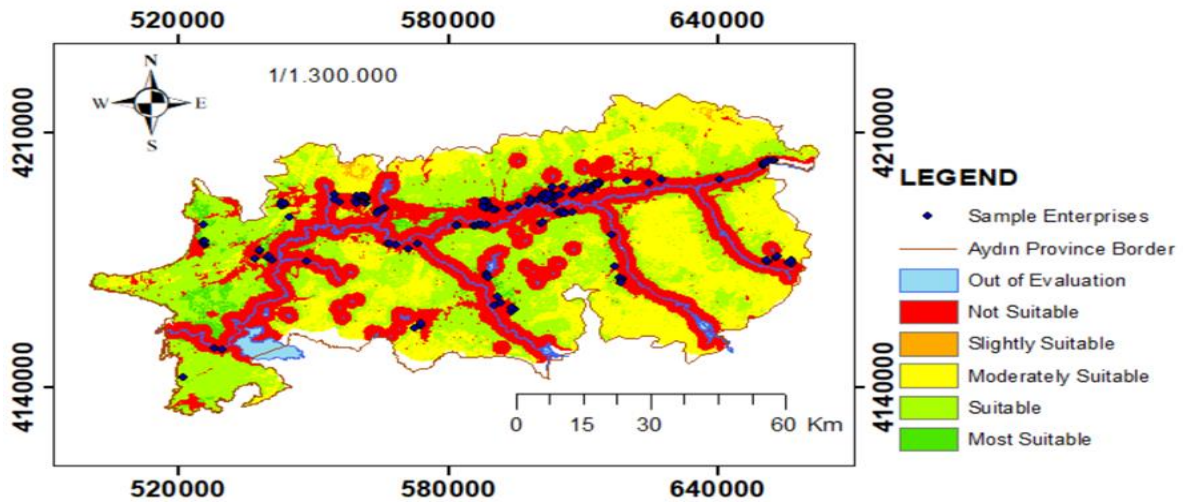


Figure 3 Suitability map of greenhouse site location based on all site selection criteria and constraints in the study area

Table 4 Distribution of the study area and current locations of the sample enterprises based on their suitability

Suitability class	The suitability of the study area * (%)							Suitability of sample enterprises locations ** (%)						
	Most suitable	Suitable	Moderately suitable	Slightly Suitable	Least Suitable	Not suitable	Out of evaluation	Most suitable	Suitable	Moderately suitable	Slightly Suitable	Least Suitable	Not suitable	Out of evaluation
All criteria and constraints	2.4	33.4	31.4	0.7	-	29.6	2.5	1.9	10.1	0.6	-	-	87.3	-

*Total study area is 801 090.2 ha.

** The total number of greenhouse sites selected is 160.

When it was examined by considering all criteria and constraints, 35.8% of the study area and areas of 12.0% of the sample enterprises were determined to be suitable (suitable and the most suitable).

CONCLUSIONS

The number of scientific studies on the selection of suitable locations for greenhouse enterprises performing plant production in Turkey is quite limited. There is no specific decision mechanism in the location selection for greenhouse enterprises and the site location is made according to the physical opportunities and wishes of the business owner. Therefore, problems caused by incorrect location selection are encountered in these enterprises. These problems are seen in the places that are not suitable for greenhouse enterprises in terms of geographical location such as climatic conditions, topography, land condition, and proximity to water, transportation and energy resources.

In this study, it was aimed to determine the most suitable areas for establishing greenhouse enterprises in accordance with legal and technical principles and to evaluate the suitability of the selected sample enterprises by using AHP method within the scope of G-MCDA technique for Aydin province. For this purpose, five criteria including topography, soil, climate, water and economy and two evaluation constraints including the land use capability class and distance to surface water resources were taken into consideration.

In the suitable greenhouse site selection, the most effective main criteria were listed starting with climate (28%) and economy (28%) which were followed by topography (17%), water (14%) and soil (13%).

When it was examined by considering all criteria and constraints, 67.9% of the study area and the areas of 12.7% of the sample enterprises were determined to be suitable.

The recommendations developed for the successful selection of the areas suitable for new greenhouse enterprises to be established in the study area and other regions are listed below.

- The results of the analysis and evaluation conducted in this study showed that the site location is extremely important especially for new greenhouse facilities to be established in Aydin region. Resolution and currency of the data to be used in the analysis should be increased in order to prepare the future projections for this region in a more appropriate manner.

- This study has shown that the success of determining the suitable greenhouse site locations according to the regional conditions depends on revealing the criteria and criterion weights with an accurate, reliable and scientific approach. The location determination can be made by a single person

or by a group. the views of universities, related public and private institutions/organization and implementers can also be considered in the group formation. In addition, if the expertise degree is different, the responses of the group members can be weighted for making the group decision. After all these are applied, location alternatives can be determined for greenhouse site locations by conducting analysis.

- Since there is no specific decision mechanism in Turkey for the selection of greenhouse locations, it is done by the operators' own knowledge and physical opportunities. In addition, many professional fields play a role in planning and design in practice. This causes the enterprises, each of which contains their own design principles, not to fulfill the expected function in their establishment process. Incorrect location selection lies at the root of such problems. For a correct site selection, decision support systems in which especially agricultural engineers play a role should be developed and implemented.

- The criteria determined in this study and the process of weighting based on these criteria was made for the choice of greenhouse enterprises. Site location process is specific for the application and the criteria may differ for each application depending on the problem investigated. The study can also be extended to the location selection of enterprises such as seedling, vegetable, fruit and ornamental plant growing in greenhouse. In this context, the most appropriate location selection for the enterprises requires the determination of location selection criteria specific to cultivation activities and criteria weights.

- In the determination of the site location for the other agricultural production areas along with greenhouse cultivation, cooperation should be provided between universities, public and private institutions/organization, and farmers' organization. In addition, the most appropriate planning should be made considering primarily the functional requirements expected from the enterprises and the factors like social, legal, aesthetic, economic factors, etc.

- In future studies, other techniques like ANP, TOPSIS, ELECTRE etc. from MCDA methods considering dependent and independent conditions of the evaluation criteria and including qualitative and quantitative approaches in the problem can be used in the location selection of agricultural enterprises.

REFERENCES

- Alkan Z (1977) Sera Planlama ve İnşa Tekniği. Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Denizli Ön Lisans Yüksek Okulu, Denizli, 205s.
- Anonymous (2019a) World Population Ranking. <https://egezegegen.com/yasam/dunya-nufus-siralaması/>. Accessed: August 20, 2019. Anonymous

- (2019b) Super Decisions Software. www.superdecisions.com. Accessed: October 28, 2019.
- Anonymous (2019c) Aydın Dem Map. ASTER GDEM (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Global Digital Elevation Model) https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index_en.html Accessed: October 28, 2019.
- Anonymous (2019d) Terracing. TEMA Foundation <https://topraktema.org/media/1383/06-teraslama.pdf> Accessed: October 09, 2019.
- Anonymous (2023) T.R. Ministry of Commerce State Registration System, Aydın Wholesale Market. <http://www.hal.gov.tr/Sayfalar/Toptancihalleri.aspx?sid=9> Accessed: January 18, 2023.
- Arıkan R (2013) Araştırma Yöntem ve Teknikleri. Nobel Yayıncılık, Geliştirilmiş 2. Basım. Ankara.
- Ayanoglu M (2005) Üretim Yönetimi (Ders Notları). Sakarya. Aydın Directorate of Provincial Agriculture and Forestry (2019) Enterprises Registered In The Greenhouse Registration System in Aydın Region.
- Balaban A, Şen E (1988) Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, 845.
- Baytorun AN, Zaimoğlu Z, Akyüz A (2000) Seralarda İklimlendirme. 2. Uluslararası Turfanda Şurası, Anamur.
- Benites J, Friedrich T (2000) Manual on Integrated Soil Management and Conservation Practices. FAO Land and Water Bulletin. Rome.
- Castilla N (2013) Greenhouse Technology and Management. Cabi.
- Castilla N, Baeza E (2013) Greenhouse Site Slection. Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops—Principles for Mediterranean Climate Areas. FAO Plant Production and Protection Paper. 21–34.
- Cemek B (2005a) Determination of Indoor Climate Requirements of Greenhouses in Samsun Provinces with—GIS Assisted. Journal of the Faculty of Agriculture, 36(2): 179-186.
- Cemek B (2005b) Samsun İl Ve İlçelerinde Seraların İklimsel İhtiyaçlarının Belirlenmesi. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 20(3): 34-43.
- Cemek B, Karaman S, Ünlükara A (2006) Tokat Yöresinde Seraların İklimlendirme Gereklerini. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1): 25-36
- Çaylı A, Temizkan Y (2018) Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Örtü Malzemesi ve Isı Tasarruf Önlemlerinin Isıtma Yüküne Etkisinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(3): 312-322
- Çelebi H (1973) Teraslama. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 181, Ziraat Fakültesi No: 91, Yardımcı Ders Kitabı No: 7, Erzurum.
- Deri E (2015) Selection of Convenient Locations For Small Ruminant Farms By Using Remote Sensing And Geographic Information System. Ege University Institute of Science, Master's Thesis, Izmir.
- Dorren L, Rey F (2004) A Review of The Effect of Terracing on Erosion. In Briefing Papers of the 2nd SCAPE Workshop (pp. 97-108). C. Boix-Fayons and A. Imeson.
- Eleren A (2006) Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Belirlenmesi; Deri Sektörü Örneği. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20(2): 405-416.
- Elsner Von B, Briassoulis D, Waaijenberg D, Mistriotis A, Zabeltitz Von Chr, Gratraud J, Russo G, Suay-Cortes R (2000) Review of Structural and Functional Characteristic of Greenhouses In European Union Countries, Part I: Design Requirements, J.Agric.Engng.Res. 75: 1-16.
- ESRI (2013) ArcGIS for Desktop 10.1. Esri Türkiye. Sinan Ofset Matbaacılık
- Everest T (2010) Determination of Land Use Types of Edirne Province Using Remote Sensing And GIS. Çanakkale Onsekiz Mart University Institute of Science, Master's Thesis, Çanakkale.
- FAO (1974) Approaches to Land Classification. Soils Bulletin 22. <http://www.fao.org/3/e5155e/e5155e.pdf> Accessed: October 14, 2019.
- FAO (2013) Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops Principles for Mediterranean Climate Areas. <http://www.fao.org/3/ai3284e.pdf>. Accessed: November 03, 2019.
- Güney D (2013) Ağaçlandırma Tekniği. Ders Notu. http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/silvikultur_9d4b3.pdf Accessed: October 09, 2019.
- Huisman O, De By RA (2009) Principles of Geographic Information Systems. ITC Educational Text-book Series 1, 4th edn. ITC, Enschede, The Netherlands.
- KHGM (2001) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Aydın İli Arazi Varlığı.
- Kouchaksaraei RH, Zolfani SH, Golabchi M (2015) Glasshouse locating based on SWARA-COPRAS approach. International Journal of Strategic Property Management, 19(2): 111-122.
- Kurç HC (2018) Evaluation And Improvement of Spatial Management In The Cattle Farms of Tekirdag Region By Using Geographical Information Systems. Tekirdağ Namık Kemal University Institute of Science, PhD Thesis, Tekirdağ.
- Malczewski J (1999) GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, NewYork.

- Malczewski J, Rinner C (2015) Multicriteria Decision Analysis In Geographic Information Science. New York: Springer.
- Marucci A, Cappuccini A, Petroselli A, Arcangeletti E (2014) Mathematical Modeling and GIS Applications for Greenhouse Energy Planning in Italy. *Applied Mathematical Sciences*, 8(132): 6651-6664.
- MEGEP (2015) Tarım. Tarımsal Yapılar. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Tar%C4%B1msal%20Yap%C4%B1lar.pdf Accessed: October 09, 2019.
- Öz H (2017) Türkiye’de Örtü Altı Yetiştiricilik Potansiyelinin Solar Radyasyon ve Güneşlenme Süresi Parametrelerine Göre İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 21(2); 509-513.
- Öztürk D (2009) Determination of Flood Vulnerability Using GIS Based Multi Criteria Decision Anaysis Methods-A Case Study: South Marmara Basin. Yıldız Teknik University Institute of Science, PhD Thesis, Istanbul.
- Rezaeiniya N, Ghadikolaie AS, Mehri-Tekmeh J, Rezaeiniya HR (2014) Fuzzy ANP Approach for New Application: Greenhouse Location Selection; a Case In Iran. *Journal of Mathematics and Computer Science*, 8(1): 1-20.
- Rezaeiniya N, Zolfani SH, Zavadskas EK (2012) Greenhouse Locating Based on ANP-COPRAS-G Methods—an Empirical Study Based on Iran. *International Journal of Strategic Property Management*, 16(2): 188-200.
- Rikalovic A, Cosic I, Lazarevic D (2014) GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection. *Procedia Engineering*, 69: 1054-1063.
- Rorabaugh PA (2012) Greenhouse Site Selection. <http://ag.arizona.edu/ceac/sites/ag.arizona.edu/ceac/files/GH%20site%20selection%20Tues%20Rorabaugh%202012.pdf>.
- Saaty TL (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill International, New York.
- Saaty TL (2008) Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International journal of services sciences*, 1(1): 83-98
- Saltuk B, Artun O (2018) Multi-Criteria Decision System for Greenhouse Site Selection in Lower Euphrates Basin Using Geographic Information Systems (GIS). *African Journal of Agricultural Research*, 13(47): 2716-2724.
- Sezer İ, Başkaya Z (2014) Coğrafi Koşullar ve Dağılışı Yönüyle Giresun İlinde Seracılık Faaliyetlerinin Uygulama ve Geliştirilebilir Potansiyeli. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0(29): 248-285.
- Sönmez İ, Demir H (2011) Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliği ve Olumsuz Etkileri. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi ve Fuarı*, Cilt I (27-30 Nisan 2011), pp. 287-294 Eskişehir, Türkiye,
- Sönmez NK, Sarı M (2006) Use of Remote Sensing and Geographic Information System Technologies for Developing Greenhouse Databases. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(6): 413-420.
- Sönmez NK, Sarı M, Aksoy E (2007) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sürdürülebilir Arazi Yönetimi ve Toprak Koruma Planının Oluşturulması: Antalya-Altınova Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 11-12.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (Mülga) (2008) Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 70.
- Tomar A (2009) Toprak Ve Su Kirliliği ve Su Havzalarının Korunması. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*, 8-10 Ocak, İzmir, 333-345.
- TSMS (2019) Aydın Meteorology Station Climate Data. General Directorate of Meteorology, <https://mevbis.mgm.gov.tr> Accessed: September 28, 2019.
- TSMS (2023) Aydın Meteoroloji İstasyon Bilgileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/> Accessed: January 30, 2023.
- Tunçbilek Ö.F, YILMAZ M (2021). Türkiye’de Jeotermal Elektrik Enerjisi Üretimi İçinde Aydın İlinin Yeri ve Önemi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2):138-150.
- Turkish Official Gazette (2004) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih: 31.12.2004, Sayı: 25687, Ankara.
- Turkish Official Gazette (2017) İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik. Tarih: 28.10.2017, Sayı:30224, Ankara.
- Turkish State Waterworks (2019) Facilities in Operation: Dams and Ponds. <http://www.dsi.gov.tr/> Accessed: September 01, 2019.
- Yasloğlu E (2011) Örtüaltı Üretim Sistemleri. Ünite 1, Örtüaltı Tarımı. TC Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2275 Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1272.
- Yıldırım BF, Önder E (2015) İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetmelik ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. 2. Baskı, Bursa: Dora Basım-Yayın Dağıtım.
- Yıldız M (2010). A Research on Utilization of Geothermal Energy Sources For Greenhouse Heating In Aydın province. Cukurova University Institute of Science, Master’s Thesis, Adana.
- Yüksel AN (2004) Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul.
- Yüksel AN, Yüksel E (2012) Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul.
- Zabeltitz CV (2011) *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates. Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control*. Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, 363s.

İnek ve Deve Sütlerinin Yağ Asitleri ve Uçucu Bileşen Profillerinin Karşılaştırılması

Handenur Uzun¹ , Filiz YILDIZ AKGÜL² , Serdal ÖĞÜT^{*1} ¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Aydın, Türkiye² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Aydın, Türkiye

Öz: Bu çalışmada inek ve deve sütlerinin yağ asitleri içeriği ve uçucu bileşenleri belirlenmiş ve birbiri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Deve sütünde C4 ve C6 gibi kısa zincirli yağ asitleri tespit edilemezken, inek sütünde sırasıyla %1.66 ve %1.69 oranında tespit edilmiştir. Bununla birlikte, deve sütünde C14, C16 ve C18 gibi uzun zincirli yağ asitleri daha fazla oranda saptanmıştır.. Süt örneklerinin palmitik asit (C16) içerikleri birbirine benzer çıkarken palmitoleik asit (C16:1) içerikleri inek sütünde %1.30 deve sütünde ise %9.82 olarak belirlenmiştir. Deve sütlerinde kısa zincirli yağ asitleri miktarı daha düşük olduğu için doymuş yağ asitleri oranı da inek sütüne göre daha düşük çıkmıştır ($p<0,05$). Doymamış yağ asitleri bakımından inek sütü ve deve sütü birbirine benzerken, tekli doymamış yağ asitleri oranı deve sütünde (%39,07) daha fazla çıkmıştır. Çoklu doymamış yağ asidi miktarı ise inek sütünde (%6,61) fazla tespit edilmiştir. Her iki süt türünde de baskın aroma bileşeni oksimene olmuştur. Deve sütünde oksimene miktarı 28,37 $\mu\text{g/g}$ 'dir. Yağ asitleri bakımından inek sütü ve deve sütü arasında önemli bir fark vardır ($p<0,05$). Deve sütünün, inek sütüne göre daha yüksek miktarda yağ asidi içerdiği görülmüştür ($p<0,05$). Bununla birlikte deve sütünde hidrokarbon grubu uçucu bileşenler bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Yağ asitleri, uçucu bileşen, HS-SPME-GC-MS, camel milk**Comparison of Fatty Acids and Volatile Component Profiles of Bovine and Camel Milk**

Abstract: In this study, fatty acids content and volatile aroma components of bovine and camel milk were determined and compared with each other. While C4 and C6 of short-chain fatty acids could not be determined in camel milk, they were detected in bovine milk at a rate of 1.66% and 1.69%, respectively. Long chain fatty acids C14, C16, C18 were found to be higher in camel milk. While the palmitic acid (C16) contents of the milk samples were similar, the palmitoleic acid (C16:1) contents were determined as 1.30% in bovine milk and 9.82% in camel milk. Since the amount of short-chain fatty acids is lower in camel milk, the ratio of saturated fatty acids was lower than that of bovine milk ($p<0.05$). Bovine milk and camel milk were similar in terms of unsaturated fatty acids, while the ratio of monounsaturated fatty acids was higher in camel milk (39.07%), while the amount of polyunsaturated fatty acids was higher in bovine milk (6.61%). In both milk groups, the dominant flavor component is oximene. The amount of oximene in camel milk is 28.37 $\mu\text{g/g}$. There is a significant difference between bovine milk and camel milk in terms of fatty acids ($p<0.05$). It was observed that camel milk contains higher amount of fatty acids than bovine milk ($p<0.05$). However, hydrocarbon group volatile components were not found in camel milk.

Keywords: fatty acids, volatile compound, HS-SPME-GC-MS, camel milk**GİRİŞ**

Genellikle “mükemmel gıda” olarak adlandırılan süt, yüksek besin değeri ile insan tüketimi için önemli bir besin kaynağıdır (Ametaj, 2020; Miller, 2002). Süt hayvanlarından elde edilen sütlerin bileşimleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. İnek sütü, dünya genelinde tüketilen sütün %85'ini oluşturduğu için, koyun ve keçi sütleri de dahil olmak üzere bu sütler hakkında yeterli araştırmalar bulunmaktadır. Ancak, diğer süt hayvanları olan deve, kısırak ve eşek sütlerinin besin değerleri hakkında yapılan çalışmalar sınırlıdır. Son yıllarda, deve sütü özellikle besleyici ve terapötik özellikleri nedeniyle daha fazla ilgi çekmektedir.

Son 50 yıl içinde, dünya genelinde inek sütü dışındaki süt tüketimi %17 artmıştır (Khalesi ve ark., 2017). İnsanlar, farklı tür sütleri inek sütünün yerine kullanarak gerekli besin maddelerini sağlayabilirler. Günlük tüketilen süt ürünleri tedavi edici etkilerle iyileştirilebilir ve bazı insanlarda inek sütü ve ürünlerine bağlı alerji komplikasyonları ortadan kaldırılabılır (Alhaj ve ark., 2013).

Dünya genelinde yaklaşık 27.7 milyon baş deve olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2019). Develer, süt sığırları,

koyun, keçi ve manda gibi diğer süt hayvanlarından sonra dünya genelinde en önemli beşinci süt hayvanıdır ve yaklaşık %0,36'sına eşdeğer olan 2,91 milyon ton süt sağlarlar (FAO, 2019). Ayrıca, deve sayıları yıllar içinde hem dünya genelinde hem de Türkiye'de artmaktadır.

Sütün tat, kıvam ve dayanıklılığı üzerinde etkili olan bir faktör olan süt yağı, sütün içeriğindeki yağ asidi ve benzer maddelerin yaklaşık %98'ini trigliserit, %0,5'ten azını kolesterol, mum benzeri steroller, %1'ini ise fosfolipitler oluşturur. Ayrıca, iz miktarda yağda çözünen vitaminler ve 400'den fazla yağ asidi çeşidi mevcuttur (Månsson, 2008). Sütteki yağ asidi miktarı ve bileşimi, temel olarak hayvan ve laktasyon aşamasından kaynaklanan birçok faktöre bağlıdır. Hayvanların beslenmesi de rumendeki mikrobiyal aktiviteyi

***Sorumlu Yazar:** serdaloqut@yahoo.com

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına (ADU-BAP) SBF-20003 numarasıyla desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 13 Mayıs 2023**Kabul Tarihi:** 15 Haziran 2023

etkilediğinden yağ asidi çeşitliliğini belirlemede rol oynamaktadır (Månsson, 2008). Türkiye'deki bir çalışmada, sütlerdeki doymuş yağ asidi miktarının ortalama %59-61 oranında olduğu bulunmuştur. Bu oranlar arasında sırasıyla palmitik, miristik ve stearik asit en yüksek düzeyde bulunmaktadır (Zengin ve Aktümsek, 2010).

Lipitler, beslenme ve ekonomik nedenlerle sütün en önemli bileşenleri arasındadır. İyi bir enerji kaynağıdır ve süt ürünlerine benzersiz duyuşal ve fiziksel özellikler sağlarlar. Süt yağı aynı zamanda doğal olarak bulunan yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E ve K) yanı sıra bir pro-vitamin A karotenoid olan β -karotenin taşıyıcısıdır. Süt yağındaki ana lipitler, toplam yağın %98'inden fazlasını oluşturan triasilgiseritlerdir, geri kalan %2'lik kısım ise diasilgiseritler, monoasilgiseritler, serbest yağ asitleri, fosfolipidler, steroller ve hidrokarbonlardır. 400'den fazla farklı yağ asidi gliserol omurgasının üç pozisyonunda (sn-1, sn-2 ve sn 3) farklı konsantrasyonlarda esterleştirilebildiği için trigliserit bileşimi son derece karmaşıktır (Hanuš ve ark., 2018; Schroeder ve Vetter, 2013; Shingfield ve ark., 2013).

Deve sütü, diğer süt türlerine göre yüksek miktarda doymamış yağ asitleri içerir ve özellikle linoleik asit C18:2 (ω -6) bakımından zengindir. Linoleik asit, diğer çok doymamış yağ asitleriyle birlikte beyin ve sinir sisteminin sağlıklı gelişmesine ve korunmasına yardımcı olmaktadır. Deve sütünün yüzyıllardır Afrika ve Asya'da tüketildiği ve özellikle beslenme ve beyin sağlığı açısından önemli olduğu belirtilir. Bu yüksek doymamış yağ asitleri içeriği (ω -3; ω -6) nedeniyle beyin sağlığına katkı sağlayabilir (Mullaicharam, 2014). Ayrıca, deve sütü yağına özgü bir mumumsu doku vardır ve bu da diğer türlere göre farklılık gösterir (Hagrass ve ark., 1987).

Deve sütünün yağ asitleri içeriği coğrafi orijin ile yakından ilişkilidir. Deve sütü yağı, yalnızca küçük miktarlarda kısa zincirli yağ asitleri (C4-C12) içerir, ancak inek ve insan sütü yağlarına kıyasla daha yüksek konsantrasyonda uzun zincirli doymuş yağ asitleri içerir (Ho ve ark., 2022).

Deve süt yağı aynı zamanda yüksek konsantrasyonda palmitoleik asit, 16:1 cis-9 (%10.1) ve oleik asit, 18:1 cis-9 (%17.2) içermektedir (Dreiucker ve Vetter, 2011). Deve sütü yağının erime noktası ve katılma sıcaklığı sırasıyla 41,9 ve 30,5 °C iken, sığır sütü yağınınki sırasıyla 32,6 ve 22,8 °C dir. Deve süt yağının erime noktasının yüksek olması ve uzun zincirli yağ asitleri içeriğinin fazla, kısa zincirli yağ asitleri içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Abu-Lehia, 1989).

Yapılan araştırmalar, deve sütünün insan sağlığı üzerindeki etkisine odaklanmıştır ve diyabet, kanser, bağışıklık hastalıkları, alerjik semptomlar, Crohn hastalığı, hipertansiyon, oksidatif stres, lipid peroksidasyonu ve

otizmin önlenmesinde potansiyel bir fayda sağlayabileceği belirtilmektedir (Kaskous, 2016).

Deve sütü ve ondan yapılan ürünler, özellikle Afrika, Asya ve Ortadoğu gibi kurak bölgelerde yaşayan insanlar için önemli bir besin ve enerji kaynağıdır. Deve sütünden yoğurt, peynir, tereyağı gibi farklı fermente süt ürünleri üretilebilirken, sadece deve güreşi ve deve sucuğu üretimi için devecilik ülkemizde daha yaygındır. Diş develerin sayısı daha azdır ve genellikle erkek develeri güreş ve diğer amaçlar için kullanmak için beslenirler. Ancak, son yıllarda sağlık açısından deve sütünün faydalarına yönelik artan ilgi nedeniyle, deve sütü de yetiştirilmeye başlanmıştır.

Deve sütü opak beyaz renkte olup, tadı tükettikleri besinlere bağlı olarak değişebilir. Yeşil otlarla beslenen develerden elde edilen süt daha tatlı iken, kuru çalılarla beslenen develerin sütü daha keskin ve tuzludur. Deve türüne bağlı olarak değişimle birlikte, ortalama olarak deve sütü %13.4 kuru madde içerir ve bu kuru maddenin %4.5'i yağ, %3.4'ü protein, %4.5'i laktöz ve %0.8'i vitamin ve minerallerden oluşur. Çift hörgüçlü develerin (Bactrianus) sayısı tek hörgüçlü develere (Dromedarius) göre daha azdır, ancak çift hörgüçlü deve sütü daha yüksek protein ve yağ içeriğine sahiptir. (Zeineb ve ark., 2015; Hashim ve ark., 2015; Yerlikaya ve ark., 2016; Brezovečki ve ark., 2015).

Süt ve süt ürünlerindeki uçucu bileşenler, ürünlerin tat, aroma ve koku özelliklerini belirleyen önemli bileşenlerdir. Bu uçucu bileşenler, doğal olarak sütte bulunabilir veya süt ürünlerinin üretimi sırasında oluşabilir. Süt ürünlerinin kalitesini ve duyuşal yönden kabul edilebilirliğini etkileyen yağ asitleri ve uçucu bileşenler bu çalışmada belirlenmiş ve inek sütü ile karşılaştırması yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırmada, ham madde olarak inek sütü, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entegre Hayvancılık İşletmesi'nden tedarik edilmiştir. Denemede kullanılan deve sütleri ise Antalya Kepez'de faaliyet gösteren Yalçın Üretim Çiftliğinden (Mehmet Ali Yalçın'dan) sağlanmıştır. Süt örnekleri Ocak-Nisan (2022) ayları arasında toplanmıştır. Soğuk zincir muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiş ve hemen analiz edilmiştir.

Metot

Yağ asitleri bileşimi: Yağ asitleri kompozisyonu Ackman (1998) ve Cecil ve ark. (1982) tarafından bildirilen boron triflorid yöntemi ile yağ asitleri metil esterleri oluşturulmuştur. Yağ asitleri metil esterleri oluşturulurken süt örneklerinden 0.3 ile 0.5 mg tartılarak üzerine, 1.5 mL 0.5 N metanolik NaOH ilave edilmiş ardından 115°C'de 7 dakika boyunca etüvde bekletilmiştir. Etüvden çıkartılan örnekler soğurulduktan sonra 2 mL boron triflorür eklenmiş ve aynı

sıcaklıkta 5 dakika daha bekletilmiştir. Tekrar soğutulan örneklerle 2 mL iso-oktan ve 3 mL doymuş NaCl çözeltisi ilave edilerek 30 saniye karıştırılmıştır. Numuneler daha sonra organik fazı ayırmak için santrifüj edilmiştir. Oluşan üstteki faz gaz kromatografisi (GC) analizi için amber viallere aktarılarak -20°C'de muhafaza edilmiştir. Yağ asitleri, alev iyonizasyon detektörü (FID) takılmış bir GC (Agilent 7697A, Agilent Technologies, ABD) tarafından analiz edilmiştir. FAME, kapiler HP-FFAP kolonu ile ayrılmıştır (J&W 19091F – 433, Agilent Technologies, ABD; 30 m×0,25 mm i.d; 0,25 µm film kalınlığı). Taşıyıcı gaz olarak Hidrojen (3 mL/dk) kullanılmıştır. Başlangıç fırın sıcaklığı 100°C'ye ayarlanmış sonrasında 240°C'ye kadar 10°C/dak hızla artacak şekilde programlanmıştır. Örnek hacmi 2 µL, giriş sıcaklığı 225°C ve split oranı 100:1 şeklinde ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin tanımlanması, FAME standart karışımına (Supelco 37 bileşenli FAME karışımı, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Taufkirchen, Almanya) kıyasla alkonma süresi ile yapılmış ve toplam FAME içinde % alan olarak verilmiştir. Her örnek, GC otomatik örnekleyici tarafından iki kez enjekte edilmiştir.

Uçucu Bileşenler: Süt örnekleri, Whetstone ve ark. (2003) tarafından belirtilen yöntemle göre gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC/MS) kullanılarak uçucu bileşen karakterizasyonu ve alkonma zamanlarının belirlenmesi için enjekte edilmiştir. Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu, Stashenko ve Martinez (2007) tarafından kullanılan Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. 10 mL süt örneği 40 mL'lik viallere alınmış, sonra, örnek miktarının %10'u kadar NaCl ve 10 µL internal standart (81 ppm, 2 metil 3-heptanon) eklenerek vialler kapatılmış ve -25°C derin dondurucuda analiz edilinceye kadar saklanmıştır. SPME ekstraksiyon düzeneğinde 40°C'de 30 dakika boyunca uçucu bileşenlerin dengelenmesi için bekletilmiştir. Daha sonra, uçucu bileşenlerin adsorbe edilmesi için 50/30 µm Divinylbenzene/ Carboxen/ Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS, Agilent, USA) fiber ile birlikte aynı sıcaklıkta 30 dakika daha tutulmuştur.

Uçucu bileşenlerin ayrımı ve tanımlanması için Agilent marka GC 7890A gaz kromatografisi cihazı kullanılmıştır. SPME yöntemiyle fiber üzerine adsorbe olan uçucu bileşenlerin desorpsiyonu, manuel olarak splitless modunda 250°C'de 10 dakika boyunca fiber enjeksiyon bloğuna yapılmıştır. DB Wax kolonda (122-7032, Agilent Technologies, ABD; 30 m×0,25 mm i.d; 0,25 µm film kalınlığı) ayrılan uçucu bileşenler, GC5975 C MSD kütle spektrometresinde 30-300 m/z aralığında taranarak belirlenmiştir. Gaz kromatografisinde kolon sıcaklık programı; 40°C'de 5 dakika bekletme, 10°C'lik artışla 100°C'ye ısıtma, 20°C'lik artışla 200°C'ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekletme şeklinde uygulanmıştır.

Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında NIST/Flavournet kütüphanelerinde tarama yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin

miktarları, örneklerin ekstraksiyonu sırasında kullanılan iç (internal) standardın alanları ve uçucu bileşenlerin gaz kromatografisinde elde edilen alanları kullanılarak belirlenmiştir. Relatif miktar (µg/kg) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Relatif miktar } (\mu\text{g/kg}) = \frac{\text{Uçucu maddenin alanı}}{\text{İç standardın alanı}} \times \text{Düzeltilme Faktörü}$$

İstatistik Değerlendirme

İnek ve deve sütlerinin yağ asitleri ve uçucu bileşenlerini kıyaslamak amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS sürüm 25.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler t testine göre karşılaştırılmış ve p<0,05 önem düzeyinde test edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sütlerin Yağ Asidi Profili

Çizelge 1'de inek sütü ve deve sütlerine ait yağ asitleri profili verilmiştir. Deve sütü, kısa zincirli yağ asitlerinden C4 ve C6'yı içermezken, inek sütünde sırasıyla %1.66 ve %1.69 oranında tespit edilmiştir. Uzun zincirli yağ asitlerinden C14, C16, C18 ise deve sütünde daha fazla oranda bulunmuştur. Ancak, inek sütüyle karşılaştırıldığında bu fark istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05). Süt örneklerinin palmitik asit (C16) içerikleri birbirine benzer çıkarken palmitoleik asit (C16:1) içerikleri inek sütünde %1.30 deve sütünde ise %9.82 olarak belirlenmiştir. Palmitoleik asit miktarlarının iki süt arasında oldukça farklı olduğu görülmektedir. Bu fark p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca inek ve deve sütlerinin oleik asit içerikleri sırasıyla %18.45 ve %25.12 olarak saptanmıştır. Deve sütünün oleik asit içeriği yüksek olmasına rağmen fark istatistik olarak önemsizdir (p>0.05).

Deve sütlerinde kısa zincirli yağ asitleri miktarı daha düşük olduğu için doymuş yağ asitleri oranı da inek sütüne göre daha düşük çıkmıştır (p<0.05). Doymamış yağ asitleri bakımından inek sütü ve deve sütü birbirine benzerken, tekli doymamış yağ asitleri oranı deve sütünde (%39.07) daha fazla iken, çoklu doymamış yağ asidi miktarı ise inek sütünde (%6.61) daha fazla tespit edilmiştir. Aradaki farkın istatistik açıdan p<0.05 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Deve sütünün yağ içeriği %1,2 ile %4,5 arasında değişmektedir (Devendra ve ark., 2016). Fakat deve sütündeki yağ içeriğinin %6,4'e kadar çıkabileceği, yağ asidi profillerinin daha yüksek miktarlarda doymamış ve uzun zincirli yağ asitlerinden oluşabileceği bildirilmiştir (Park ve Haenlein, 2013). Deve sütünün bu özelliği, insan serumundaki lipit seviyesinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Yapılan başka bir çalışmada ise deve sütünde uzun zincirli yağ asitlerinin içeriği %92-99, doymamış yağ asitlerin yüzdesi ise %35-50 olarak belirlenmiştir (Izadi ve ark., 2019). Deve sütü, inek, koyun ve keçi sütüne kıyasla

düşük oranda kısa zincirli yağ asitleri (C4-C12) içermektedir (Hagress ve ark., 1987). Koyun ve keçi sütünde C14:0, C16:0 ve C18:0 yağ asitleri diğer türlere göre daha fazla iken, deve sütünde C16:1 (palmitoleik asit) daha yaygın olarak bulunur. Deve sütü yağı, doymamış yağ asitlerini diğer türlere kıyasla yüksek oranda içerir ve bu yapısal farklılık, devenin süt yağına "mumsu doku" kazandırır (Devendra ve ark., 2016). Deve sütü ayrıca linoleik asit C18:2 (ω -6) gibi esansiyel bir yağ asidini yüksek oranda içerir ve diğer çoklu doymamış yağ asitleri ile birlikte beyin ve sinir sisteminin sağlıklı gelişmesine ve korunmasına yardımcı olur (El-Agamy, 2008). Dreiucker ve Vetter (2011) ise çoklu doymamış yağ asitleri

miktarını inek sütünde %1,82, deve sütünde %3,03 olduğunu ve inek sütüne göre daha yüksek miktarda palmitoleik asit (C16:1 cis 9) (%10,1) ve oleik asit (C18:1n9c) (%17,2) içerdiğini bildirmişlerdir.

İnek ve deve sütlerinin yağ asitleri içerikleri yukarıda verilen literatür çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Sadece linoleik asit (C18:2) içeriği El-Agamy (2008) yaptığı çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Bilindiği gibi yağ asitleri devenin cinsine, beslenme şekline coğrafi konumuna ve laktasyon dönemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Çizelge 1. İnek ve Deve Sütlerinin Yağ asitleri Profili, %

Yağ Asitleri	Alıkonma Zamanı (RT)	İnek Sütü	Deve Sütü
Butanoic acid (C4:0)	2,28	1,66±0,46a	NDb
Caproic Acid (C6:0)	4,35	1,69±0,43a	NDb
Caprylic Acid (C8:0)	7,56	1,25±0,13a	0,19±0,02b
Capric Acid (C10:0)	8,25	3,03±0,10a	0,58±0,31b
Undecylenic Acid (C11:0)	10,43	0,91±0,08a	NDb
Lauric Acid (C12:0)	11,35	2,78±0,14a	1,17±0,01b
Myristic Acid (C14:0)	16,08	10,39±0,52a	11,74±1,01a
Myristoleic Acid (C14:1)	17,98	1,76±0,31a	1,72±0,39a
Pentadecanoic Acid (C15:0)	18,96	1,81±0,10a	1,28±0,12a
Pentadecenoic Acid (C15:1)	20,20	1,75±0,87a	0,84±0,04b
Palmitic Acid (C16:0)	21,31	32,43±1,32a	31,99±0,41a
Palmitoleic Acid (C16:1)	22,70	1,30±0,43a	9,82±1,65b
Margaric Acid (C17:0)	23,09	1,25±0,55a	0,68±0,16a
Margaroleic Acid (C17:1)	24,02	1,60±0,71a	0,58±0,08a
Stearic Acid (C18:0)	25,06	9,51±2,10a	10,76±1,25a
Oleic Acid (C18:1n9c (n-9))	26,80	18,45±2,61a	25,32±1,99a
Elaidic Acid (C18:1n9t (n-9))	26,39	1,80±0,61a	0,80±0,16a
Linoleic Acid (C18:2n6c (n-6))	27,40	1,56±0,65a	NDa
Elaidolinoleic Acid (C18:2n6t (n-6))	29,14	3,29±0,57a	1,76±0,06a
Gamma-Linolenic Acid (C18:3n6 (n-6))	29,98	NDa	0,31±0,04a
Alpha-Linolenic Acid (C18:3n3 (n-3))	32,07	1,77±0,76a	0,48±0,33a
SFA: Doymuş yağ asitleri		66,72±2,31a	58,38±0,46b
UNSA: Doymamış yağ asitleri		33,28±2,31a	41,62±0,46a
MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri		26,67±0,33b	39,07±0,76a
PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri		6,61±1,98a	2,55±0,30b

*Aynı gruplar arasında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

İnek ve Deve Sütlerinin Uçucu Bileşenleri

İnek ve deve sütlerinin uçucu bileşenleri Çizelge 2'de görülmektedir. Deve sütünde toplam 23 adet uçucu bileşen

belirlenirken, inek sütünde 22 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Bu uçucu bileşenlerin ilki terpenler grubu, deve sütünde belirlenemezken inek sütünde miktarı 0,17

$\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. Terpenler, bitkilerin hücrelerinde doğal olarak bulunan ve çeşitli kimyasal bileşiklerden oluşan bir grup hidrokarbon bileşiğidir (Heaven ve Nash, 2012). Bu bileşikler spesifik duyuşsal özelliklere sahiptir ve bundan dolayı gıda ürünlerinde sıklıkla rastlanmaktadır (Heaven ve Nash, 2012). Terpenler süt ürünlerinde kaliteyi etkileyen en önemli bileşiklerden biridir. Ancak terpenlerin lezzet üzerinde önemli bir duyuşsal etkisinin olup olmadığı konusunda yeterli bilgi olmadığı belirtilmektedir (Nogueira ve ark., 2005). Terpenin oluşumu hayvan beslenmesi ile ilgilidir ve bu kriter ürünün coğrafi kökeninin belirlenmesinde kullanılabilir (Bontinis ve ark., 2012; Tahmas-Kahyaoglu ve ark. 2022)

inek ve deve sütü örneklerinde üç çeşit alkol tespit edildi. 1-Butanol, 3-methyl-, formate ve Phenylethyl alcohol'e sadece deve sütünde rastlanırken, 1-Hexanol, 2-ethyl- ise sadece inek sütünde rastlanmıştır. 1-propanol, 1-bütanol, 1-pentanol ve 1-hekzanol gibi birincil alkoller, bazı aldehitlerin ve metil ketonların indirgenmesiyle oluşur (Arora ve ark., 1995). İkincil alkollerin çoğu, metil ketonların enzimatik indirgenmesiyle oluşturulur (Collins ve ark., 2003). Deve sütünde feniletal alkol $1,36 \mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. Bilindiği gibi fenilalaninin Strecker reaksiyonu sonucu feniletanol üretilmektedir. Fakat mayaların ve bazı Lactobacillus lactis suşlarının metabolizması sonucu da feniletanol ürettiği bildirilmiştir (Nogueira ve ark., 2005).

Çizelge 2. İnek ve Deve Sütlerinin Uçucu Aroma Bileşenleri, $\mu\text{g/g}$

Uçucu Bileşenler	Alıkonma Zamanı (RT)	İnek Sütü	Deve Sütü
TERPENLER			
o-Xylene	8,36	0,17±0,01a	NDb
ALKOLLER			
1-Butanol, 3-methyl-, formate	10,25	ND	3,61±0,10
1-Hexanol, 2-ethyl-	15,54	0,42±0,03a	NDb
Phenylethyl Alcohol	19,39	ND	1,36±0,06
ALDEHİTLER			
Nonanal	13,51	0,35±0,03a	NDb
Benzaldehyde	15,96	ND	0,61±0,04
HİDROKARBONLAR			
1-Dodecene	9,71	0,78±0,02a	NDb
2-Tetradecene, (E)-	32,82	1,14±0,00a	NDb
ASİTLER			
Butanoic acid	17,15	0,46±0,00	1,50±0,22
Octanoic acid	20,34	0,40±0,03a	3,50±0,02b
Nonanoic acid	21,28	0,26±0,07	0,25±0,02
n-Decanoic acid	22,45	0,52±0,05a	1,10±0,03b
9-Decenoic acid	23,31	ND	0,19±0,03
Benzoic acid	25,12	ND	0,25±0,01
Dodecanoic acid	26,11	0,68±0,07	0,87±0,01
n-Hexadecanoic acid	29,34	2,93±0,08a	4,22±0,05b
Tetradecanoic acid	32,84	0,48±0,02a	1,56±0,09b
ESTERLER			
Hexanoic acid, ethyl ester	10,02	0,15±0,00a	2,75±0,10b
Hexadecanoic acid, methyl ester	18,86	0,27±0,01a	NDb
Tris(tert-butyl dimethylsilyloxy)arsane	18,52	2,71±0,04a	NDb
DİĞER BİLEŞİKLER			
Benzene, 1,3-dimethyl-	8,19	ND	0,23±0,04
Silenediol, dimethyl-	17,36	12,02±0,06a	1,81±0,12b
Oxime-, methoxy-phenyl-	18,44	25,43±0,64a	28,37±0,58b

*Aynı gruplar arasında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$)

Aldehitler, birincil alkollerin ilk oksidasyon ürünleridir ve amino asitlerin Strecker bozunması ile oluşabilir ya da doymamış yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile oluşabilir (Collins ve ark., 2003). Nonanal inek sütünde, Benzaldehyde ise deve sütünde tespit edilen bir aldehittir.

Barbieri ve ark. (1994) yaptıkları araştırmada, hidrokarbonların yem kaynaklı olabileceği gibi, lipid oksidasyonunun ilerleyen aşamalarında da oluşabileceğini bulmuşlardır. Ayrıca, hidrokarbonların diğer aroma bileşiklerinin oluşumuna öncülük ettiği de tespit edilmiştir (Munoz ve ark., 2003; Ortigosa ve ark., 2001). Çizelge 2'ye göre, inek sütünde hidrokarbonlara rastlanırken, deve sütünde hidrokarbon uçucu bileşenleri tespit edilememiştir. İki süt arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu nedenle, inek sütünün lipid oksidasyonuna daha duyarlı olduğu sonucuna varılabilir.

Esteraz ve lipaz gibi lipolitik aktiviteye sahip enzimler, düz zincirli yağ asitlerini serbest bırakırken, proteolitik enzimler izobütirik ve izovalerik asit gibi dallı zincirli yağ asitlerinin oluşumundan sorumludur (Wolf ve ark., 2010). Serbest yağ asitleri ise süt yağının lipolizi sonucunda meydana gelmektedir. Deve sütünün butanoik asit, oktanoik asit ve hegzadekonoik asit içeriği inek sütünden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Çizelge 2 incelendiğinde aslında deve sütünün yağ asitleri içeriği inek sütünden daha yüksek bulunmuştur. Deve sütünde daha fazla bulunan lipolitik ve proteolitik enzimlerin (Dubey ve ark. 2016; Mahala ve ark. 2022) bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir.

inek, koyun, keçi, manda ve deve sütlerinde esterler bulunabilmektedir. Esterler bu sütlerde kokulu aktif bileşikler olarak yer almaktadır. Aslında süt ve süt ürünlerinde tat açısından etkili bileşiklerdir. Fakat yüksek miktarlarda meyvemsi tat kusurlarına neden olabilmektedirler (Liu ve ark., 2004; Tahmas-Kahyaoglu ve ark., 2022). İnek ve deve sütlerinin ester içeriklerine bakıldığında deve sütünde sadece hexanoic acid'in ethyl esterine rastlanmıştır ve miktarı inek sütüne göre oldukça yüksektir ($p < 0,05$). Son olarak da deve sütünde oximen miktarı yüksek çıkarken, inek sütünde silanediol miktarı yüksek çıkmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada, inek ve deve sütlerinin yağ asitleri ve uçucu aroma bileşenleri içerikleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, inek sütünde kısa zincirli yağ asitleri olan C4 ve C6'nın deve sütüne kıyasla daha yüksek oranda bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, inek sütünde palmitoleik asit (C16:1) oranının deve sütüne göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Deve sütünde doymuş yağ asitleri oranı inek sütüne göre daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, deve sütünde tekli doymamış yağ asitleri oranı inek sütüne göre daha yüksekken, inek sütünde çoklu doymamış yağ asitleri oranı daha fazla tespit edilmiştir. Her iki süt grubunda da baskın aroma bileşeni oximene rastlanmıştır. Yağ asitler açısından inek ve deve sütleri arasında istatistiksel

olarak önemli bir farklılık belirlenmiştir. Deve sütünün, inek sütüne göre daha fazla yağ asiti içerdiği görülmüştür. İnek sütünde ise daha fazla hidrokarbon grubu uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, inek ve deve sütlerinin beslenme, sağlık ve aroma özellikleri açısından farklı olduğunu göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (TARBIYOMER)'ne sağladığı laboratuvar imkanları nedeniyle teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Alvarez A M (2016) Diseases of Anthurium. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management, pp 1-61.
- Abu-Lehia I H (1989). Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. Food Chemistry, 34(4): 261–271.
- Ackman R G (1998). Remarks on official methods employing boron trifluoride in the preparation of methyl esters of the fatty acids of fish oils. J. Am. Oil Chem. Soc. 75: 541–545.
- Alhaj O A, Taufik E, Handa Y, Fukuda K, Saito T, Urashima T (2013). Chemical characterisation of oligosaccharides in commercially pasteurised dromedary camel (Camelus dromedarius) milk. International Dairy Journal, 28(2): 70-75.
- Ametaj B N (2020). Introducing dairy: A transdisciplinary journal to advance understanding of dairy nutrition, health and productivity, welfare and well-being as well as milk synthesis-composition and health effects of its products. Dairy, 1(1):1–5.
- Arora G, Cormier F, Lee B (1995). Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/ MS/Sniffing. J. Agric. Food Chem. 43: 748–752.
- Barbieri G, Bolzoni L, Careri M, Mangia A, Parolari G, Spagnoli S, Virgili R (1994). Study of the Volatile Fraction of Parmesan Cheese. J. Agric. Food Chem, 42: 1170-1176.
- Bontinis T G, Mallatou H, Pappaa E C, Massouras T, Alichanidis E (2012). Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. Small Rumin. Research, 105: 193–201.
- Brezovečki A, Antunac N, Čagalj M, Dermić Z F, Mikulec N, Ljolić D B, Antunac N (2015). Camel milk and milk products. Mljekarstvo, 65(2):81–90.
- Cecil D, John B D, Ngo C, Hai T, Harper N L, O'Rourke K L (1982). Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability : II. Methylation of fats and oils with boron trifluoride-methanol . Journal of Chromatography A. Volume 247, Issue 1, pages 63-69.

- Collins Y F, McSweeney P L H, Wilkinson M G (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy Journal*, 13: 841–866.
- Devendra K, Verma K A, Chatli M K, Singh R, Kumar P, Mehta N, Malav O P (2016). Camel's milk: alternative milk for human consumption and its health benefits. *Nutritional Food Science*, 46: 217–227.
- Dreiucker J, Vetter W (2011). Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chemistry*, 126(2): 762–771.
- Dubey U S, Lal M, Mittal A, Kapur S (2016). Therapeutic potential of camel milk, *Emirate Journal of Food Agriculture*, 28 (3): 164–176.
- El-Agamy E I (2008). Camel Milk; *Handbook of Milk of NonBovine Mammals*, 2008.
- FAO (2019). Food and Agricultural Organisations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Erişim tarihi: 08.11.2019
- Hagrass A E, Hassan A A, Soryal K A, Mervat A S, ElShabrawy S A (1987). Chemical composition of fat and butter of camel's milk. *Egyptian Journal of Food Science*, 15:15-25.
- Hanus O, Samková E, Křížová L, Hasoňová L, Kala R (2018). The role of fatty acids in milk fat and the influence of selected farmer factors on their variability – a review. *Molecules*, 23: 1636.
- Heaven M W, Nash D (2012). Recent analyses using solid phase microextraction in industries related to food made into or from liquids. *Food Control*, 27: 214–227.
- Hashim W M, Yousif G M, Majid A A, Kalafalla A I S, Abdalla H S, Ahmed S E (2015). Dromedary camels in Sudan, types and sub types, distribution and movement *International Journal of Pharmaceutical Research and Analysis*, 5:8– 12.
- Ho T, Zou Z, Bansal N (2022). Camel milk: A review of its nutritional value, heat stability, and potential food products. *Food Research International* 153: 110870.
- Izadi A, Khedmat L, Mojtahedi S Y (2019). Nutritional and therapeutic perspectives of camel's milk and its protein hydrolysates: A review on versatile biofunctional properties. *Journal of Functional Foods*, 60: 1034.
- Liu S Q, Holland R, Crow V L (2004). Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 14: 923–945
- Khalesi M, Salami M, Moslehishad M, Winterburn J, Moosavi-Movahedi A A (2017). Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. *Trends in Food Science & Technology*, 62: 49-58.
- Kaskous S (2016). Importance of camel milk for human health. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(3): 158–163. doi:10.9755/ejfa.2015-05-296
- Mahala N, Mittal A, Lal M, Dubey U S (2022). Isolation and characterization of bioactive lactoferrin from camel milk by novel pH-dependent method for large scale production. *Biotechnology Reports* 36: e00765.
- Månsson, H. L. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & nutrition research*, 52. doi:10.3402/fnr.v52i0.1821
- Miller J (2002). Review of nature's perfect food: How milk became America's drink, by E. M. Du Puis. *New York History*, 83(3): 344–346.
- Mullaicharam A R (2014). A review on medicinal properties of camel milk. *World J Pharm Sci*, 2: 237-242.
- Munoz N, Ortigosa M, Torre P, Izco J M (2003). Free amino acids and volatile compounds in ewe's milk cheese as affected by seasonal and cheese-making plant variations. *Food Chemistry*, 83: 329–338.
- Nogueira M C L, Lubachevsky G, Rankin S A (2005). A study of the volatile composition of Minas cheese. *LWT*, 38: 555–563.
- Ortigosa M, Torre P, Izco J M (2001). Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. *Journal of Dairy Science*, 84:1320–1330.
- Park Y W, Haenlein G F W (2013). *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, UK. <https://doi.org/10.1002/9781118534168>
- Schroeder M, Vetter W (2013). Detection of 430 Fatty acid methyl esters from transesterified butter sample. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 90: 771–790.
- Shingfield K J, Bonnet M, Scollan N D (2013). Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*, 7: 132–162.
- Stashenko E E, Martínez J R (2007). Sampling volatile compounds from natural products with headspace/solid-phase micro-extraction. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 70(2): 235–242.
- Tahmas-Kahyaoglu D, Cakmakci S, Hayaloglu A A (2022). Changes during storage in volatile compounds of butter produced using cow, sheep or goat's milk. *Small Ruminant Research* 211: 106691.
- Whetstone C M E, Karagül-Yüceer Y, Avşar Y K, Drake M A (2003). Identification and Quantification of Character Aroma Components in Fres Chevre-Style Goat Cheese. *Journal of Food Science*, 68(8): 2441-2447.
- Wolf I V, Perotti M C, Bernal S M, Zalazar C A (2010). Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggiano Argentino cheese: characterization of Reggiano Argentino cheese. *Food Res. Int.* 43: 1204–1211.
- Yerlikaya O, Saygılı D, Karagözlü C (2016). Deve Sütü: Bileşimi, Sağlık Üzerine Etkileri, Deve Sütü Ürünleri. *First International Symposium On Culture Of Camel-Dealing And Camel Wrestling*. içinde (ss. 31–40).
- Zengin G, Aktumsek A (2010). Fatty Acid Composition and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content of Some

Commercial Milk in Turkey.
<https://www.researchgate.net/publication/234034811> adresinden erişildi.

Zeineb J, Nadia O, Isabelle A, Touhami K, Pascal D, Halima E H (2015). Camel colostrum: Nutritional composition

and improvement of the antimicrobial activity after enzymatic hydrolysis. Emirates Journal of Food and Agriculture, 27(4): 384–389.

Liriomyza sativae Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae)'nin DNA Barkodlaması

Cem DAYAN¹, Eyüp Mennan YILDIRIM*¹

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Aydın/TÜRKİYE

Öz: Bu çalışmada İncirliova ve Koçarlı ilçelerinde (Aydın) sebze alanlarından toplanmış *Liriomyza sativae*' nin DNA barkodlaması 2020-2022 yılları arasında yapılmıştır. Morfolojik olarak tür teşhisi yapıldıktan sonra; örneklerin COI gen bölgesinin çoğaltılması için HCO/ LCO evrensel primerler kullanılmış ve 612 bp COI bölgesi elde edilmiştir. Örneklerin sekans analizi Triogen Biyoteknoloji (İstanbul-Türkiye) tarafından yapılmıştır. Örnekler NCBI'da bulunan BLAST aracılığıyla kontrol edildiğinde türlerin *L. sativae* (% 99-100) ve *L. trifolii* (%97-99) olduğu görülmüştür. Örnekler Genbank'a kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda genetik çeşitlilik düşük bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: COI, DNA barkodlama, *Liriomyza. sativae*, Tür tanımlama

DNA Barcoding of *Liriomyza Sativae* Blanchard Agromyzidae, 1938 (Diptera: Agromyzidae)

Abstract: In this study, DNA barcoding of *Liriomyza sativae* collected from vegetable areas in Incirliova and Koçarlı districts (Aydın) was performed between 2020-2022. After the morphological diagnosis of *L. sativae*, HCO/LCO universal primers were used to reproduce the COI gene region of the samples and 612 bp COI regions were obtained. The sequence analysis of the samples was performed by Triogen Biotechnology (Istanbul, Türkiye). When the samples were checked through the BLAST located at NCBI, it was found that the species were *L. sativae* (99-100%) and *L. trifolii* (97-99%). The samples were registered to Genbank. As a result of the study, genetic diversity was found to be low.

Keywords : COI, DNA barcoding, *Liriomyza. sativae*, identification

GİRİŞ

Yaprak galerisineklere polifag olup tüm yıl boyunca zarar yapabilmektedir. Larvaları yaprağın iki epidermisi arasında galeri açarak yaprak alanında %98'e kadar kayıplara yol açabilmekte ve bitkinin klorofil içeriğinde de azalmalara neden olabilmektedir (Yıldırım ve ark., 2010). Erginlerin yapraklarda yumurta koyma davranışı nedeniyle dolaylı olarak zarar vererek virüslerin taşınmasına da yol açabilmektedir (Costa ve ark.,1988; Civelek ve Önder, 1997). Dünyada 27 cinse ait yaklaşık 2700, Avrupa' da ise 776 türü bulunan Agromyzidae familyasına ait Türkiye'de şimdiye kadar 165 tür saptanabilmektedir (Spencer, 1972, 1976, 1990; Giray, 1970; Uygun ve ark., 1995; Deeming ve Civelek, 1997; Civelek ve Ulusoy, 2000; Civelek, 2002, 2003; Çıkman ve Uygun, 2003; Civelek, 2004, Mart ve ark., 2005; Çıkman ve Civelek, 2005, Civelek ve ark., 2007). Yaprak galerisineklere'nin tür teşhisleri dış morfolojik özelliklerinden (renk, kıl dağılımı ve sayıları vb.) ve aedeagus'larından yararlanılarak yapılmaktadır. Boylarının çok küçük olması ve türler arası teşhis özelliklerinin birbirine çok benzer olması ve aynı zamanda bu konuda yeterli uzmanın bulunmaması gibi nedenler teşhiste morfolojik tekniklere yönelmeyi gerektirmektedir. COI gen bölgesi çoğu hayvan gurubunda olduğu gibi böceklerle yapılan çalışmalarda da tanımlama markörü olarak kullanılabilir. Diğer protein kodlayan genlerle kıyaslandığında geniş filogenetik veriye sahip olabilmesi ve işlem kolaylığı gibi birçok önemli avantaja sahiptir (Polat ve ark., 2018). Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada Aydın ilinin iki farklı ilçelerinden toplanan yaprak

galerisineklere'nin morfolojik olarak teşhis edilerek bu türlerin gen barkodlama ve filogenetik uzaklıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Örneklerin toplanması

Örnekler Aydın iline ait İncirliova ve Koçarlı ilçelerinden 2020 yılının Haziran-Eylül ayları arası toplanmış olup koordinatlar Çizelge 1 de verilmiştir. Erginler atrap yardımıyla ve ilaveten galerili yaprakların laboratuvarında kültüre alınmasıyla elde edilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları

Örnek teşhisleri Prof. Dr. Hasan Sungur CİVELEK (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü) tarafından yapılmıştır. DNA izolasyonunda QiAGEN DNA izolasyon kiti protokolünde belirtildiği şekilde kullanılmıştır. COI bölgesinin çoğaltılmasında kullanılan evrensel HCO/LCO primerler Çizelge 1'de verilmiştir (Amin ve ark., 2014; Polat ve ark., 2018).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan evrensel primerler

LCO 1490	GGTCAACAATCATAAAGATATTGG
HCO2198	TAAACTTCAGGTGACCAAAAATCA

*Sorumlu Yazar: emyildirim@adu.edu.tr

Bu çalışma Yüksek Lisans tez ürünüdür ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi BAP Birimi tarafından ZRF-20004 proje numarasıyla desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 14 Mayıs 2023

Kabul Tarihi: 1 Haziran 2023

PZR döngüsü Çizelge 2'de belirtildiği şekliyle yapılmıştır. Çalışmaya ait örneklerin dizi analizi Triogen Biyoteknolojide ABI 3730XL DNA sequencer (Applied Biosystems) kullanılarak yapılmıştır. PZR'da kullanılan primer çifti dizilemede de

kullanılmıştır. Her iki pirimerle elde edilen diziler Bioedit, Clustal X yazılımı (Hall, 1999) kullanılarak hizalanmış ve ortak bir dizi elde edilmiştir.

Çizelge 2. PZR koşulları

Aşamalar	Sıcaklık/Zaman	Döngü Sayısı
Ön Denatürasyon	94 °C / 4 dk	1
Basamaklar	Denatürasyon Primer Bağlanması Uzama (1 kbç/dk)	36 36 36
Son Uzama	72 °C / 10 dk	1

BULGULAR ve TARTIŞMA

Örneklerin PZR sonrası bant görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir. Örneklerle ait COI DNA dizileri NCBI GenBank Blast yazılımı kullanılarak *Liriomyza* spp. ile benzerlik oranları karşılaştırıldığında; türlerin *L. sativae* ve *L. trifolii* olduğu saptanmıştır. Sonuçlar

incelendiğinde; *L. sativae*'de %99-100 arasında sonuç verdiği *L. trifolii* de ise %97-100 arasında sonuç verdiği saptanmıştır. Örneklerle ait NCBI GenBank erişim numarası alınmış olup bu numaralar ve lokalite bilgileri Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 1. Örneklerin PZR bant görüntüleri

Çizelge 3. Örneklerin erişim numaraları ve lokalite bilgileri

Örnek no	Genbank erişim numarası	Lokalite
CS4	MZ983369	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
CS5	MZ983370	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
KC1	MZ983371	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
KC2	MZ983372	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
KC3	MZ983373	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
KC4	MZ983374	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
KC6	MZ983375	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
KC9	MZ983376	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
MN1	MZ983377	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
MN2	MZ983378	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
MN3	MZ983379	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
MN6	MZ983380	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
MN8	MZ983381	İncirliova 37°52'38''K 27°42'6''D
KC7	MZ983403	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D
KC8	MZ983404	Koçarlı 37°50'37''K 27°43'25''D

Çalışmamıza ait diziler ile NCBI'dan elde edilen *Liriomyza* spp.'ye ait COI gen dizileri MEGA10 programına yüklenerek modelleme yöntemleri ve mesafeleri belirlenmiştir. Neighbor joining metodu, Tamura-Nei Modeli (1993), Bootstrap 1000'de filogenetik ağaçları oluşturulmuştur (Felsenstein,1985). NCBI genom veri bankasından örnek

erişim numaraları alınmıştır. Daha sonra Örneklerin DnaSP programına (Librado ve Rozas, 2009) DNA COI gen dizileri aktarıldıktan sonra tür içi hesaplamalar yapılmıştır. *L. sativae*'nin mtDNA COI gen bölgesinin DNA nükleotid dizisi ile yapılan BLAST analiz sonucu Şekil 2'de, *L. trifolii*'nin mtDNA BLAST analiz sonucu ise Şekil 3' de verilmiştir.

```

Query 1 GGATCAAAAAATGATGTATTAATAATTCGATCTGTTAATAATATAGTAATTGCTCCAGCT 60
      |||
Sbjct 641 GGATCAAAAAATGATGTATTAATAATTCGATCTGTTAATAATATAGTAATTGCTCCAGCT 582

Query 61 AGCACAGGCAATGATAAAAGTAATAATACAGCAGTAATTAACACTGATCACACAAATAAA 120
      |||
Sbjct 581 AGCACAGGCAATGATAAAAGTAATAATACAGCAGTAATTAACACTGATCACACAAATAAA 522

Query 121 GGTATTCGATCAAAACTAATTCCTGTTGATCGTATATTAATAATTGTTGTAATAAAATTT 180
      |||
Sbjct 521 GGTATTCGATCAAAACTAATTCCTGTTGATCGTATATTAATAATTGTTGTAATAAAATTT 462

Query 181 ACTGCCCTAAAATAGAAGAAATTCAGCTAAATGGAGAGAAAAATAGCTAAATCTACT 240
      |||
Sbjct 461 ACTGCCCTAAAATAGAAGAAATTCAGCTAAATGGAGAGAAAAATAGCTAAATCTACT 402

Query 241 GAAGCACCACCATGTGCAATAATTGAAGAAAGTGGAGGGTAAACCGTTCATCCTGTCCCA 300
      |||
Sbjct 401 GAAGCACCACCATGTGCAATAATTGAAGAAAGTGGAGGGTAAACCGTTCATCCTGTCCCA 342

Query 301 GCCCCATTTTCTACTATACTGCTTATTAATAAAAGAGTTAAAGCAGGGGGTAAATAATCAA 360
      |||
Sbjct 341 GCCCCATTTTCTACTATACTGCTTATTAATAAAAGAGTTAAAGCAGGGGGTAAATAATCAA 282

Query 361 AAACCTATATTATTTATTCGAGGAAATGCTATGTCTGGAGCTCCTAATATTAAAGGAACT 420
      |||
Sbjct 281 AAACCTATATTATTTATTCGAGGAAATGCTATGTCTGGAGCTCCTAATATTAAAGGAACT 222

Query 421 AATCAATTACCAAATCCTCCAATTATAATAGGTATAACTATAaaaaaaaaTTATAATAAAA 480
      |||
Sbjct 221 AATCAATTACCAAATCCTCCAATTATAATAGGTATAACTATAAAAAAAAAATTATAATAAAA 162

Query 481 GCATGAGCAGTTACAATAACATTATAAATTTGGTCATCACCAATTAAGCACCCGGATGT 540
      |||
Sbjct 161 GCATGAGCAGTTACAATAACATTATAAATTTGGTCATCACCAATTAAGCACCCGGATGT 102

Query 541 CCTAATTCTGCTCGAATAAGAATTCTAAGAGAAGTTCCTACTATTCCAGCTCAGGCTCCA 600
      |||
Sbjct 101 CCTAATTCTGCTCGAATAAGAATTCTAAGAGAAGTTCCTACTATTCCAGCTCAGGCTCCA 42

Query 601 AATATAAAATAT 612
      |||
Sbjct 41 AATATAAAATAT 30

```

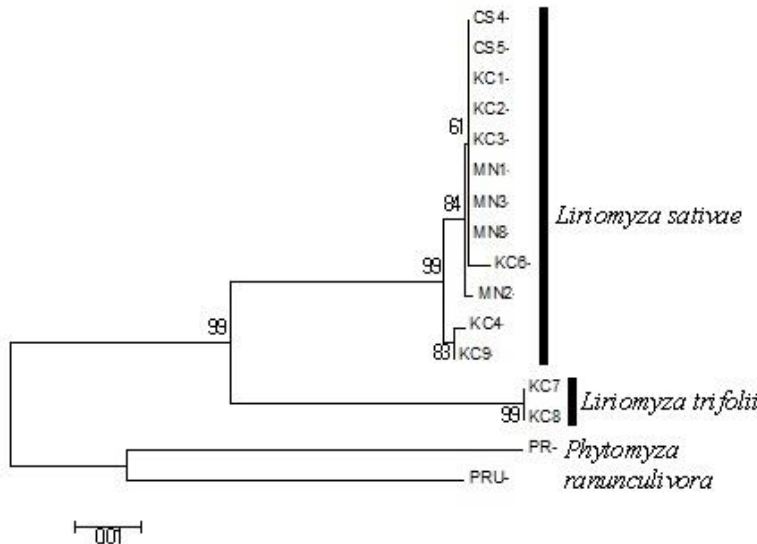
Şekil 2. *L. sativae*'nin mtDNA COI gen bölgesinin DNA nükleotid dizisi ile yapılan BLAST analiz sonucu

*Karşılaştırılan çalışmanın GenBank Kayıt numarası (Sequence ID): MN525177.1 Uzunluk: 612 Benzerlik: 612/612 (% 100)

Query	1	GGGTCAAAAAATGATGTATTAATAATTCGGTCTGTTAATAGTATTGTAATTGCTCCAGCT	60
Sbjct	623	GGGTCAAAAAATGATGTATTAATAATTCGGTCTGTTAATAGTATTGTAATTGCTCCAGCT	564
Query	61	AAAACGGGCAATGATAAAAAGTAATAACACAGCAGTAATTAACACAGATCAAACAAATAAA	120
Sbjct	563	AAAACGGGCAATGATAAAAAGTAATAACACAGCAGTAATTAACACAGATCAAACAAATAAA	504
Query	121	GGTATTCGGTCAAAATTAATCCCGTTGATCGTATATTAATAATTGTTGTAATAAAAAATTT	180
Sbjct	503	GGTATTCGGTCAAAATTAATCCCGTTGATCGTATATTAATAATTGTTGTAATAAAAAATTT	444
Query	181	ACTGCCCTAAAATAGAAGAAATTCCTGCTAAATGTAAGGAAAAAATGCTAAATCAACT	240
Sbjct	443	ACTGCCCTAAAATAGAAGAAATTCCTGCTAAATGTAAGGAAAAAATGCTAAATCAACT	384
Query	241	GAAGCTCCACCATGTGCAATAATTGAGGAAAGGGGAGGGTAAACGGTTCATCCTGTACCA	300
Sbjct	383	GAAGCTCCACCATGTGCAATAATTGAGGAAAGGGGAGGGTAAACGGTTCATCCTGTACCA	324
Query	301	GCTCCGTTTTCTACTATTCCTGCTTATTAATAAAAAGAGTTAAAGCGGGGGTAATAACCAA	360
Sbjct	323	GCTCCGTTTTCTACTATTCCTGCTTATTAATAAAAAGAGTTAAAGCGGGGGTAATAACCAA	264
Query	361	AAGCTTATGTTATTTATTCGAGGGAAAGCTATATCTGGGGCTCCTAATATTAAGGGGACT	420
Sbjct	263	AAGCTTATGTTATTTATTCGAGGGAAAGCTATATCTGGGGCTCCTAATATTAAGGGGACT	204
Query	421	AATCAATTTCCAAATCCTCCAATTATAATAGGCATAACTATAaaaaaaaaTTATAATAAAA	480
Sbjct	203	AATCAATTTCCAAATCCTCCAATTATAATAGGCATAACTATAAAAAAAAAATTATAATAAAA	144
Query	481	GCATGAGCAGTTACAATAACATTATAAATTTGGTCATCACCAATTAGGGCACCGGGGTGC	540
Sbjct	143	GCATGAGCAGTTACAATAACATTATAAATTTGGTCATCACCAATTAGGGCACCGGGGTGC	84
Query	541	CCTAATTCTGCTCGAATAAGAATTCTAAGAGAAGTTCCTACTATTCCAGCTCAAGCACCA	600
Sbjct	83	CCTAATTCTGCTCGAATAAGAATTCTAAGAGAAGTTCCTACTATTCCAGCTCAAGCACCA	24
Query	601	AATATAAAATAT	612
Sbjct	23	AATATAAAATAT	12

Şekil 3. *L. trifolii*'nin mtDNA COI gen bölgesinin DNA nükleotid dizisi ile yapılan BLAST analiz sonucu

*Karşılaştırılan çalışmanın GenBank Kayıt numarası (Sequence ID): EU219614.1 Uzunluk: 612 Benzerlik: 612/612 (% 100)



Şekil 4. Örneklerin filogenetik analiz

Liriomyza spp.' nin tanımlanmasında DNA barkodlamanın önemli bir şekilde kullanılabilirdiği bilinmektedir (Bhuiya ve ark.,2011; Nakamura ve ark., 2013; Liang ve ark.,2023). Bizim çalışmamızda elde edilen örnekler Genbank sonuçlarıyla karşılaştırıldığında bu türlerin *Liriomyza sativae* (% 99-100) ve *L. trifolii* (%97-99) olduğu saptanmıştır. Daha önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Amin ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda örneklerin 612 bc dizi analizi değerlendirildiğinde 45 parsimonik bilgi verici alan 49 polimorfik alan gözlenmiş ve çeşitliliğin düşük olduğu saptanmıştır. Önceki birçok çalışmada da genetik çeşitliliğin düşük olduğu ve özellikle coğrafi mesafenin bunda bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Ferreira ve ark.,2017; Tang ve ark.,2016) Çalışmamızda ilçeler arasındaki benzerlik %99 bulunmuş olup, ilçeler arasındaki geçişin yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda haplotip gen çeşitliliği 0.648, olarak saptanmış, belirlenen 6 haplotip'in polimorfizm değeri ($P>0,10$) olarak bulunmuştur. Haplotip ortalama değeri 0,01790 olarak hesaplanmıştır. Tajim D testi -0,93891 olarak bulunmuş, dolayısıyla ilçeler arasında genetik farklılığın önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Tajima, 1989). Çalışmamızda elde edilen örneklerin tür içi varyans analizi yapıldığında ortalama değer 0,0000871 olarak bulunmuştur. Bu da örneklerin tür içi varyasyonunun düşük olduğunu göstermektedir. Önceki çalışmalarda da bu değerlerin %0-1.9 arasında olduğunu dair çalışmalar bulunmaktadır (Scheffer, 2006).

Çalışmamızın sonucunda oluşturulan filogenetik ağaç incelendiğinde 3 ana soy hattı gözlenmektedir. Bu örneklerden CS4, CS5 KC1, KC2, KC3, MN1, MN3, MN8, örneklerinin kardeş grupken, MN2 örneğinin ise yakın akraba olduğu belirlenmiştir. KC4, KC9 örneklerinin ise KC7 ve KC8 örnekleriyle yakın akraba olduğu görülmüştür (Şekil 4).

SONUÇ

Yaprak galerisinekleri'nin küçük yapılı bir böcek olması ve bu konuda çalışan uzman sayısının az olması gibi nedenlerden dolayı, hem daha hızlı bir tanımlama yapılabilmesi hem de tanılamada güvenilirliğin artırılması için DNA barkod çalışmaları daha etkin olarak kullanılabilir. Çalışmamızda Aydın ilinin iki farklı ilçesinde sebze alanlarından elde edilen böceklerin *L. sativae* ve *L. trifolii* olduğu belirlenerek Genbank erişim kayıtları alınmıştır. İlçeler arasındaki genetik çeşitlilik düşük bulunmuştur.

Türlerin evrimsel ve filogenetik ilişkilerinin belirlenmesi hem zararlıları daha iyi tanımamıza hem de bundan sonraki çalışmalarda nasıl bir durumla karşılaşabileceğimizi anlamamıza yardımcı olabilmektedir. Aynı zamanda bu tarz çalışmaların çok yüksek düzeyde kesin sonuçlar vermesi önemini arttırmaktadır. Bununla beraber; DNA barkod çalışmaları diğer moleküler yöntemlere göre nispeten daha ucuz ve daha hızlı olsa da artan ekonomik maliyetler ve dövizdeki dalgalanmalar bu konuda çalışma yapmayı

zorlaştırmaktadır. Önümüzdeki yıllarda bu kaynaklara daha çok ulaşılması bu tarz çalışmaların artmasına ve böylece biyolojik çeşitliliği daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yürütülmesindeki desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KİREMİT'e ve Prof. Dr. Hasan Sungur CİVELEK'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Amin S, Scheffer SJ, Lewis ML, Pasha MK, Bhuiya BA (2014) DNA barcoding of the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Bangladesh. DNA Barcodes, 2: 29-33.
- Andersen A, Nordhus E, Vu TTA, Ha QH, Hofsvang T (2002) Polyphagaous *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in vegetables in Vietnam. Tropical Agriculture, 79: 241-246.
- Bhuiya BA, Amin S, Mazumdar S (2011) First report of vegetable Leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) through DNA barcoding. From Bangladesh. Journal of Taxonomy & Biodiversity Research, 5: 15-17.
- Civelek HS, Önder F (1997) Bitki hastalık etmenlerinin taşınmasında galerisineklerinin (Diptera: Agromyzidae) rolü üzerinde bir inceleme. Türkiye Entomoloji Dergisi, 3: 233-241.
- Civelek HS, Ulusoy MR (2000) Türkiye galerisinekleri (Diptera: Agromyzidae) için yeni bir kayıt: *Ophiomyia phaseoli* (Tryon, 1895). Türkiye Entomoloji Dergisi, 24: 163-166.
- Civelek HS, Tonguç A, Özgül O, Dursun O (2007) Contributions to The Turkish (Diptera: Agromyzidae) Fauna from Anatolian Part of Turkey, with sixteen New Records Mitteilungen Des Internationalen Entomologischen Vereins, 32(3-4): 151- 160.
- Civelek HS (2002) New records for the Turkish (Diptera: Agromyzidae) from Mugla Province, Western Turkey. Insecta Mundi, 16: 49-55
- Civelek HS (2003) Checklist of Agromyzidae (Diptera) Family of Turkey, with a New Record. Phytoparasitica. 31:132-138.
- Civelek HS (2004) Two new records for the Turkish Agromyzidae (Diptera) fauna. Türkiye Entomoloji Dergisi, 28: 1-10.
- Costa AS, Silva DM, Duffus JE (1988) Plant virus transmission by leafminer fly. Virology, 5(1): 145- 149
- Çıkman E, Uygun N (2003) The determination of leafminers (Diptera:Agromyzidae) from Turkey, with four new records. Phytoparasitica, 33(4): 391-396.
- Çıkman E, Civelek HS (2005) Contributions to the Leafminer Fauna (Diptera: Agromyzidae) from Turkey, with Four New Records. Phytoparasitica, 33(4): 391-396.

- Çıkman E, Civelek HS (2007) Does *Liriomyza cicerina* Affect the Yield of Chickpeas (*Cicer arietinum*), *Phytoparasitica*, 35(2): 116-118.
- Deeming JC, Civelek HS (1997) Türkiye Agromyzidae (Diptera) familyası için yeni kayıtlar. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri, Türkiye, Ankara, 526-533.
- Felsenstein J (1985) Confidence limits on the phylogenies an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39(4): 783-791.
- Ferreira ECB, Freitas MTDS, Sombra KDDS, Siqueira HÁAD, Araujo ELD, Balbino VDQ (2017) Molecular Identification of *Liriomyza* sp. in the Northeast and Southeast Regions of Brazil. *Revista Caatinga*, 30(4): 892-900.
- Giray H (1970) *Liriomyza cicerina* Rond. (Diptera: Agromyzidae)'nin morfolojik karakterleri, kısa biyolojisi ve zarar şekli üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi No:171, Bornova, 34s.
- Liang YX, Du SJ, Zhong YJ, Wang QJ, Zhou Q, Wan FH, Guo JY, Liu WX (2023) Molecular phylogeny and identification of Agromyzid leafminers in China, with a focus on the worldwide genus *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Integrative Agriculture*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311923001004> (Erişim tarihi: Mayıs 2023).
- Librado P, Rozas J (2009) DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*. 25: 1451-1452.
- Mart C, Tursun AÖ, Civelek HS (2005) Contributions to (Diptera: Agromyzidae) Fauna of Turkey. *Journal of Turkish Zoology*, 29(3): 57-359.
- Nakamura S, Masuda T, Mochizuki A, Konishi K, Tokumaru S, Ueno K, Yamaguchi T (2013) Primer design for identifying economically important *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) by multiplex PCR. *Molecular Ecology Resources*, 13(1): 96-102.
- Polat F, Serkan DE, Bingöl G, Kekillioglu A (2018) Kocaeli'de Yayılış Gösteren Bazı Böcek Türlerinin Mitokondrial Sitokrom Oksidaz Alt Ünite 1 Geni ile Filogenetik Analizi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2): 62-66.
- Spencer KA (1972) Agromyzidae from Southern Spain (Insecta: Diptera). *Zoological Museum University of Copenhagen*, 2(6): 91-104.
- Spencer KA (1973) Diptera:Agromyzidae of economic importance. The Pitman Press, G.Britain, 418 s.
- Spencer KA (1976) The (Diptera: Agromyzidae) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 5(1-2): 1-606.
- Spencer KA (1990) Host specialization in the world (Diptera: Agromyzidae). Kluwer Academic Publishers, Netherland, 444 s.
- Scheffer SJ, Lewis ML, Joshi RC (2006) DNA Barcoding Applied to Invasive Leafminers (Diptera: Agromyzidae) in the Philippines, *Annual Entomological Society of America*. 99(2): 204- 210.
- Tang XT, Ji Y, Chang YW, Shen Y (2016) Population genetic structure and migration patterns of *Liriomyza sativae* in China: moderate subdivision and no Bridgehead effect revealed by microsatellites.
- Tajima F (1989) Statistical methods to test for nucleotide mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics*, 123: 585-595.
- Tamura K, Nei M (1993) Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*, 10(3): 512-526.
- Uygun N, Polatöz Z, Başpınar H (1995) Doğu Akdeniz Bölgesi Agromyzidae (Diptera) familyası türleri üzerinde sistematik araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 19(2): 123-136.
- Yıldırım EM, Ünay A, Civelek HS (2010) The effect of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on some leaf characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food, Agriculture Environment*, 8(3&4): 839-841.
- Wang J, Qiao GX (2009) DNA barcoding of genus Toxoptera Koch (Hemiptera: Aphididae) identification and molecular phylogeny inferred from mitochondrial COI sequences. *Insect Science*, 16(6): 475-584.

Norduz Toklularının Sezon Dışı Erken Damızlıkta Kullanım Olanakları

Kadir KIRK* ¹ 

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Van, Türkiye

Öz: Van İli Ekstansif yetiştirici koşullarında, erken damızlıkta kullanım amacıyla, yaklaşık 11-12 ay yaşlı 87 dişi, 16 erkek olmak üzere, toplam 103 baş Norduz toklu kullanılmıştır. Erkeklerin 6'sı yapay tohumlama programında erken damızlık için kullanılırken, 10'u ise, kızgınlık tespitinde, genç arama koçu olarak kullanılmıştır. Kızgınlığı belirlenen 87 baş dişi toklu'nun yapay tohumlanmasında, 6 baş Norduz erkek toklu'dan, yapay vajen yöntemi ile alınan sperma ejakülatları kullanılmıştır. Kızgın dişiler, kızgınlık tespitinden, yaklaşık 12-16 saat sonra, 0.3 ml/baş taze ve sulandırılmamış sperma ile, serviks ağzına yapay tohumlanmıştır. Kızgınlıkları sabah belirlenen 47 baş (% 54.02) dişi toklu, aynı gün öğleden sonra, geç saatte yapay tohumlanmıştır. Kızgınlığı akşam belirlenen 40 baş (% 45.98) dişi toklu ise, ertesi sabah, erken saatte yapay tohumlanmıştır. Doğum döneminde, sabah yapay tohumlanan 47 dişi toklu'dan 19'u (%40.43), akşam yapay tohumlanan 40 dişi toklu'dan 13'nün (%32.50) toplam 87 baş yapay tohumlanan dişi toklu'dan %36.78 (32 baş) genel kuzulama oranı elde edilmiştir. Bu araştırmada, yaklaşık 11-12 aylık Norduz toklu'nun, ekstansif yetiştirici koşullarında yapay tohumlama ve kuzulama oranları, 18-24 ay yaşlı yerli ve kültür ırkı koyunların verilerinden, istatistiki olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Buna göre damızlık değeri yüksek yerli ırkların, erken dönemde damızlıkta kullanılabilme olanaklarının bilinmesi, gelecek generasyonlarda, yüksek damızlık değeri belirlenen erkek ve dişi Norduz toklu'nun, ıslah amaçlı 11-12 aylık yaşta erken damızlıkta kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Norduz, koyun, erken damızlık, yapay tohumlama, döl verimi

Possibilities of using Norduz yearlings in early breeding in the off-season

Abstract: This study was carried out, a total of 103 head Norduz yearling, 87 female and 16 male, aged 11-12 month, were used for use in early breeding condition in Van Province Extensive breeder condition. Male yearling to 6 head were used as young early breeding rams in the artificial insemination program, and 10 of them were used to young teaser ram in the detection of oestrus. In artificial insemination of 87 male yearling whose oestrus was determined, semen ejaculates obtained from 6 male Norduz by artificial vagina method were used. Heated female were artificial inseminated into the oss cervix with 0.3 ml/head fresh and undiluted semen, approximately 12-16 hour after oestrus detection. Heat detected 47 head 54.02% rate female yearling, whose heat was detected in the morning, were artificial inseminated late in the afternoon on the same day. If 40 head female yearling 45.98% rate whose oestrus were detected in the evening were full-grown, they were artificial inseminated early the next morning. During the lambing period, the total lambing rate was obtained in 19 head 40.43% rate of 47 male inseminated female in the evening, 13 head 32.50% rate out of 40 female yearling in the morning artificially inseminated, and (32 head) 36.78% rate out of 87 artificial inseminated female yearling. In this study, artificial insemination and lambing rate of 11-12 month old Norduz yearling under extensive breeder condition were found to be statistical significant lower than the data of 18-24 month old domestic sheep and culture breeds ($P \leq 0.05$). According value in breeding in the early period, it has been determined knowing the possibilities of using native breeds with high breeding that male and female yearling of Norduz breeds with high breeding value can be used in early breeding at 11-12 month old yearling for breeding purposes.

Keywords: Norduz, sheep, early breeding, AI, fertility

GİRİŞ

Norduz koyunu, Doğu Anadolu Bölgesi, Van İli ekstansif koşullarında, yüksek döl, süt ve et verimi bakımından, Karakaş, Morkaraman, Akkaraman ve diğer yerli koyun ırklarına oranla, 3-4 kat yüksek döl, süt, et verimi ve adaptasyon özelliğine sahip, asezonal üreyen, yerli koyun ırkıdır. Bu ırk, yetiştirildiği, coğrafik ve ekolojik bölgenin uzun kış periyodunun baskın etkisi, kötü bakım ve beslemeye dayalı ekstansif yetiştirici koşulları, Norduz'ların, İvesi'lerden sonra, ikinci sırayı almasına neden olmuştur (Kirk, 2006). Popülasyonun sürü kompozisyonları incelendiğinde, hemen her dönemde, sürü içinde, dişi ve erkek, kuzu-toklu-koyun, koç ve erken dönemde kuzulayan dişi tokluların yaygın görülmesi, Norduzların sezon dışı erken dönemde damızlıkta kullanılabileceklerinin göstergesidir. Yetiştirici sürü

kompozisyonlarında, sezon dışı heterojen doğumların ve döllerin varlığı, sürü yönetimini sürdürülebilir ekonomik hayvansal üretimden uzaklaştırarak, genellikle aile işletmelerinde, birim hayvan başına ve işletme başına, işgücü, bakım-besleme ve gelir düzeyi ilişkisi olumsuz etkilenerek, sürdürülebilir verimli hayvansal üretim, imkansız hale gelmiştir. Geleneksel ve yaygın kırsal alan koyun yetiştiriciliğinin, verimli, sürdürülebilir ve ekonomik hale gelmesi için, Norduz'ların sezon dışı üreme

*Sorumlu yazar: candemkkirk@gmail.com

Geliş tarihi: 3 Mayıs 2023

Kabul tarihi: 27 Haziran 2023

özelliklerinin, sezon dışı erken dönemde damızlıkta kullanım etkinliği artırılarak, dönemsel homojen döl veriminde süreklilik sağlanabilir. Doğu Anadolu Bölgesi koyun yetiştirici organizasyonları ile, yoğun koyun yetiştirilen yörelerde, Norduz'ların erken dönemde damızlıkta kullanımı ile, işletme ekonomileri ve yetiştirici refah düzeyleri artırılabilir. Bu amaç ile; sürüler içindeki yaklaşık 11-12 aylık yaşlı, erkek ve dişilerin damızlıkta kullanılmaları ile, normal koşullarda yetiştirici sürülerinin döl verimi %63-72 den %78-89 düzeyine çekilerek, sürü bazında elde edilecek birim hayvan başına sağılan süt miktarı 0.70-0.90 kg/baş'a çıkarılabilir. Erken dönemde, ilk defa damızlıkta kullanım ile, yaklaşık 17-18 aylık yaş'ta ilk döl verimi elde edilerek, popülasyonun döl, süt ve et verim artışı sağlanabilir. Böylece ırk'a özgü ekonomik ömür, erken dönemde damızlıkta kullanım ile ortalama 3-4 yıl arttırılabilir. Yüksek süt verimli İvesi'lerin yaklaşık 8-9 aylık yaşta erken dönemde damızlıkta kullanımı ile 14-16 aylık yaşta döl verimi literatürde bildirilmektedir (Kırk, 2001). Erken damızlıkta kullanım ile ilgili yerli ve kültür koyun ırkları ile yapılan araştırma literatürleri incelendiğinde; Türkiye, ekstansif koşullarında yerli koyun ırklarının, erkek ve dişi dölleri yaklaşık 18-22 aylık yaşta ilk kez damızlıkta kullanılmakta iken, kültür ırkı koyunların ilk damızlıkta kullanım yaşı 9-12 ay olarak bildirilmiştir (Corner-Thomas ve ark., 2014; Pellicer-Rubio ve ark.,2023; Nieto ve ark., 2013). Bununla birlikte; Menant ve ark.,(2022) Corriedale koyunlarında mevsim dışı üremenin, doğumdan süttan kesime kadar koyun-kuzu ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada; ilkbaharda sezonal kuzulayan (SPR) 26 baş Corriedale koyunu ve kuzuları ile, sonbaharda sezon dışı (AUT) kuzulayan 26 baş Corriedale koyunu ve bunların 26 baş kuzusunun ve sezon dışı kuzulayan koyunların; doğum ağırlığı, süt verimi, sütün bileşimindeki yağ, laktoz ve protein oranlarının, sezonal kuzulayan koyunların değerlerinden daha yüksek olduğunu, bu değerler arasındaki farkın ise, süttan kesim döneminden sonra ortadan kalktığını bildirmişlerdir (P<0.001). Muller ve ark.,(2020) Araştırmacılar çalışmalarında, doğum yılı, cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşının sabit etkilerinin, tüm erken büyüme özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, çoğu özellik için doğum yılı ve cinsiyet arasında bir etkileşim bulunduğunu, doğrudan tek özellik kalıtsallık tahminlerinin, sırası ile; doğum ağırlığı (BW) 0,15, süttan kesim ağırlığı (WW) 0,06, LS 0,02, bir yaşlı canlı ağırlığı (YW) 0,19 olduğunu, çoklu özellik kalıtım tahminlerinin, yukarıdaki tek özellik tahminleriyle oldukça tutarlı olduğunu, buna göre canlı ağırlık özellikleri arasındaki genetik korelasyonların, doğum ağırlığı (BW) ve bir yaş canlı ağırlığı (YW) arasındaki korelasyonun düşük (-0.11), süttan kesim ağırlığı ile (WW) bir yaş (YW) ağırlıkları arasındaki korelasyonun çok yüksek (0.93), bir yaş canlı ağırlığının (YW) yün özellikleri ile genetik korelasyonları düşük ila orta arasında değiştiğini bildirmişler. Mirzaei ve

ark.,(2017) Prostaglandin ve GnRH ile tedavi edilen Karakul koyunlarında, progesteron konsantrasyonu ve kuzulama oranının, üreme sezonu ve dışı dönemlerde, koç etkisi ile birlikte erken kuzulama oranı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada; koç etkisinin 10 gün arayla iki PGF2α enjeksiyonu ve aynı protokol ile ilk PGF2α enjeksiyonundan önce ek bir GnRH enjeksiyonu kombinasyonu ile, sırasıyla üreme ve üreme dışı dönemlerdeki etkilerini incelemişler. Buna göre, deneme grubunda 2-4 yaşlı 40 baş ve kontrol grubunda 30 baş olmak üzere toplam 70 baş koyunun üreme mevsimi boyunca, koç katımı öncesi 10. ve 0. günlerde, deneme grubuna intramüsküler olarak PGF2α (D-Kloprostenol; 0.15 mg) enjeksiyonu ile, üreme mevsimi boyunca, koç katımından 15 gün önce, deneme grubuna intramüsküler olarak GnRH (buserelin; 4.2 µg) enjeksiyonu ve koç katımı öncesi 10. ve 0. günlerde iki PGF2α enjeksiyonu yaparak sonuçları karşılaştırmışlar. Buna göre, üreme mevsimi öncesi PGF2α enjeksiyonu deneme grubunun, kontrol grubuna oran ile daha yüksek P4 konsantrasyonuna sahip olduğu, bu farkın istatistiki olarak önemli olmadığı, üreme mevsiminde, tüm kontrol koyunlarının %100 ve deneme grubu koyunların %91,9'unun aktif korpus luteuma sahip olduğunu belirlemişler. Araştırmacılar, deneme grubunda senkronizasyon açısından herhangi bir etkinin gözlenmediğini, üreme mevsiminde, koç etkisi ile birlikte on gün arayla iki PGF2α enjeksiyonun, kuzulama oranını azaltabileceğini, ikiz gebelikleri artırabileceğini, koç katımı sezonu dışında GnRH-PGF2α tedavisi ile birlikte koç etkisinin, kuzulama oranı, ikiz gebelikler ve yavru sayısını artırabileceğini tespit etmişler. Üreme mevsimi içinde ve dışında çiftleşme seanslarının sayısına göre farklılık gösteren iki organik koyun yetiştiriciliği sisteminde, üreme performansını inceledikleri çalışmalarında; 2012 ile 2021 yılları arasında çiftleşme mevsiminin, Dorper melezi kuzuların her yaşta yerel kuzulardan tutarlı bir şekilde daha fazla günlük canlı ağırlık artışı gösterdiğini (p<0.0001), yer, cinsiyet, doğum türü, parite, mevsim ve doğum yılı gibi çevresel faktörlerin çoğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, yerli, düşük dereceli ve yüksek dereceli Dorper melezi kuzuların, ortalama doğum ağırlıklarının sırasıyla 2.12±0.04, 2.94±0.03 ve 3.08±0.03 kg olduğunu, süttan kesim öncesi günlük canlı ağırlıkların sırasıyla 89,12±1,85, 112,16±1,38 ve 117,98±1,71 g/gün olduğunu, aynı gruplar için süttan kesim sonrası 90-180. günlerde canlı ağırlık artışının sırasıyla 32.6±2.16, 46.85±1.62 ve 45.93±1.98 g/gün olduğunu, Dorper melezi kuzuların, doğum, 3, 6 ve 12 aylıkken yerel kuzulara göre sırasıyla %45, %31, %34 ve %28'e varan canlı ağırlık artışı gösterdiklerini belirlemişler. Habtegiorgis ve ark.,(2022) Doyogena koyunlarının erken büyümesi ve üreme özellikleri ve genetik parametreler isimli çalışmada; 2013-2018 yılları arasında, doğum ağırlığı (BWT), süttan kesim ağırlığı (WWT), 6 aylık ağırlık (SMWT),

doğumdan süttten kesime kadar ortalama günlük kazançlar (ADG0-3), süttten kesimden 6 aylık yaşa kadar ortalama günlük kazançlar (ADG3-6)), doğumdan 6 aya kadar ortalama günlük kazanç (ADG0-6), yavru boyutu (LS), kuzulama aralığı (LI), ilk kuzulama yaşı (AFL) ve yıllık üreme oranı (ARR). (Co) varyans bileşenleri ve genetik parametrelerini belirlemişler. Buna göre, BWT, WWT, SMWT, ADG0-3, ADG3-6 ve ADG0-6 için doğrudan kalıtım tahminleri sırasıyla $0,33 \pm 0,06$, $0,31 \pm 0,06$, $0,14 \pm 0,06$, $0,13 \pm 0,04$, $0,11 \pm 0,07$ ve $0,02 \pm 0,05$ idi. LS, LI ve AFL için doğrudan kalıtım derecesini sırasıyla $0,28 \pm 0,12$, $0,20 \pm 0,5$ ve $0,001 \pm 0,3$ ile BWT, WWT ve LS için maternal kalıtım tahminlerini ise sırasıyla $0,24 \pm 0,12$, $0,60 \pm 0,07$ ve $0,24 \pm 0,08$ idi. BWT ile WWT ve BWT ile SMWT arasındaki genetik korelasyon sırasıyla $0,21 \pm 0,07$ ve $0,21 \pm 0,09$ olduğunu ve erken yaşta seleksiyonun daha verimli olacağını bildirmişlerdir. Nieto ve ark., (2013) Damızlık değeri yüksek koyunların kuzularının, 8 aylık yaşta çiftleştirildiğinde yüksek üreme performansı elde ettiklerini, 226 gün yaşlı 190 baş Merinos dişi kuzuyu %90'ı 41.4 kg canlı ağırlıkta iken erken damızlıkta kullanarak, bu kuzuların %36'sının gebe kaldığını ve bu dönemdeki canlı ağırlıklarının ortalama $46,9 \pm 0,6$ kg ve 273 günlük yaş olduğunu, kuzulama oranı ile PWT ($<0,05$) çiftleşme dönemi canlı ağırlık arasında ($P < 0,001$) ile pozitif ilişki olduğunu, erken damızlıkta kullanılan kuzuların üreme performanslarının, ghrelin, leptin veya β -hidroksibutiratın kan konsantrasyonları ile ilişkili olmadığını, vazektomize koçların gebelikte etkili olmadığını, 8 aylık iken çiftleştirilen tokluların, büyüme, kas ve yağ oranı yüksek olan damızlık değerleri ile, üreme performansı arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmişler. Literatür bildirişleri ile, Norduz'ların Van İli yetiştirici koşullarında, yüksek adaptasyon gücü, yüksek süt verimi ve üreme özellikleri bakımından bölge koşullarındaki diğer yerli koyun ırklarından üstün verim özellikleri nedeni ile, bölge koyun ırklarının ıslahında damızlık materyal olarak kullanılabilirler. Norduzların üstün verim özelliklerinden daha etkin yararlanmak için, erken dönemde damızlıkta kullanılabilecek olanaklarının araştırılması gerekmektedir (Abebe ve ark., 2023; Corner-Thomas ve ark., 2014). Norduzların erken dönemde damızlıkta kullanılabilecek olanaklarının gerçekleşmesi durumunda, üretim ve damızlık yetiştiriciliğine yönelik çalışan işletmeler, yaklaşık bir yıl önceden süt, döl ve büyüme performansı bakımından, gelecek nesillerin verimliliklerinde etkinlik sağlanabilir.

Bu çalışmanın amacı; Norduz'ların bölge koşullarında, erken dönemde damızlıkta kullanılabilecek olanaklarının araştırılarak, elde edilecek sonuçların, yetiştirici koşullarında yerli damızlık koyun üretiminin kullanılabilirliğini artırarak, kırsal alanlarda sürdürülebilir ekonomik koyun yetiştiriciliğini teşvik etmektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak, yaklaşık 11-12 ay yaşlı, 87 baş dişi, 16 baş erkek olmak üzere, toplam 103 baş Norduz toklu kullanılmıştır. Koç katım sezonunda, dişi tokluların kızgınlık tespitinde 10 baş 11-12 ay yaşlı arama toklusu kullanılmıştır.

Yöntem

Yetiştirici koşullarında, aynı sürü içinde aynı dönemde doğmuş (11-12 ay yaşlı) dişi ve erkek toklular kullanılarak, sabah saat 06:00-07:00, akşam ise 18:00-19:00 saatlerinde kızgınlık tespitleri, aynı yaşlı 10 baş erkek toklunun arama toklusu olarak kullanımı ile yapılmıştır. Kızgınlık tespitleri 18 günlük periyotlar ile 3 periyot (55-60) gün devam etmiştir. Aday toklulardan sperma toplama işleminde yapay vajen yöntemi kullanılmıştır. Yapay tohumlamada ise, kızgınlık tespitlerinde, sabah kızgın olduğu belirlenen dişiler kızgın padoklarına alınarak yaklaşık, 12-16 saat sonra yapay tohumlanmış, kızgınlık tespitleri akşam yapılan dişiler ise 12-16 saat sonra ertesi sabah erken saatte 0.3ml/baş taze ve sulandırılmamış sperma ile serviks ağzına, steril kalibreli cam kateter ile yaklaşık 3 periyot (55-60) gün yapay tohumlanmıştır. Yapay tohumlama bittikten 16 gün sonra dönen dişilerin kızgınlık tespitleri yapılarak, pedigree kaydında yapay tohumlandığı erkek toklunun taze ve sulandırılmamış sperması ile tekrar yapay tohumlanmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin istatistik analizlerinde SAS-GLM 2018 istatistik programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Van İli ekstansif koşullarında, erken damızlıkta kullanımı amacıyla, yaklaşık 11-12 ay yaşlı, 87 baş dişi, 16 baş erkek olmak üzere, toplam 103 baş Norduz toklu kullanılmıştır. Koç katım sezonunda, dişi toklu'ların kızgınlık tespitinde 10 baş 11-12 ay yaşlı arama toklu'su kullanılırken, kızgın 87 baş dişi toklu'nun yapay tohumlanmasında, 6 baş erkek toklu'nun sperma ejakülatı kullanılmıştır. Kızgın dişiler, kızgınlık tespitinden yaklaşık 12-16 saat sonra, 0.3ml/baş taze ve sulandırılmamış sperma ile serviks ağzına yapay tohumlanmıştır. Yapay tohumlama sürecinde, kızgınlıkları sabah belirlenen 47 baş (% 54.02) dişi toklu, aynı gün öğleden sonra geç saatte yapay tohumlanmıştır. Kızgınlığı akşam belirlenen 40 baş (% 45.98) dişi toklu ise, ertesi sabah, erken saatte yapay tohumlanmıştır. Doğum döneminde, öğleden sonra yapay tohumlanan 47 dişi tokludan 19'u (%40.43), sabah yapay tohumlanan 40 dişi tokludan 13'nün % 32.50' toplam 87 baş yapay tohumlanan dişi tokludan (32 baş) %36.78 genel kuzulama oranı elde edilmiştir. Bu çalışmada, yaklaşık 11-12 ay yaşlı Norduz toklu'nun ekstansif yetiştirici koşullarında yapay tohumlama ve kuzulama oranları, 18-24 ay yaşlı yerli koyun ve kültür ırkı koyunların verilerinden düşük düzeyde bulunmuştur. Buna göre damızlık değeri yüksek yerli ırkların, erken dönemde damızlıkta kullanılabilirlikleri, bu ırkların, gelecek nesillerin ıslahında damızlık materyal olarak

kullanılabileceği söylenebilir. Erkek ve dişi tokluların erken damızlıkta kullanımı amacı ile, yaklaşık 11-12 ay yaşlı 87 baş dişi ve 16 baş erkek olmak üzere toplam 103 baş Norduz toklu ilk defa damızlıkta kullanılmıştır. Bu amaç ile ilk aşamada 6-7 ay yaşlı 416 baş karışık dişi ve erkek Norduz toklu sürüsü, buldukları ağıl bölgesinde, fiziki olarak genital bölge kontrol ve muayenesi ile, dişi ve erkek toklular belirlenerek, ayrı sürüler halinde yetiştirilmiştir (Çizelge 1). Erken damızlıkta kullanılan; 6-7 aylık yaşlı toplam 416 baş'lık dişi ve erkek Norduz toklu sürüsü içinden, fiziki cinsiyet seleksiyonu ile belirlenen 243 baş dişi toklunun tamamı ile, 173 baş erkek toklu içinden rastgele seçilen 16 baş toklu, 11-12 aylık yaşta erken damızlıkta kullanılmıştır. Asezonal üreme özellikli Norduzlar, 6-7 aylık yaştan itibaren cinsiyete göre dişiler sırtlarına kalıcı kırmızı boya, erkekler ise kalıcı mavi boya ile işaretlenerek ayrı bakım ve beslemeye tabi tutulmuşlardır. Bu uygulama ile yıl içinde kontrolsüz ve kaçak gebeliklere bağlı doğumlar önlenerek, işletmede yetiştirme ve üretim verimliliğinde, sürdürülebilir ekonomiklik sağlanmıştır. Çizelge 1'de görüldüğü üzere; 416 baş dişi ve erkek tokludan oluşan yetiştirici sürüsündeki 243 baş dişi

toklu ile 173 baş erkek toklunun, 6-7 ay yaş ve 11-12 ay yaş kızgınlık tespiti dönemi, ortalama canlı ağırlıkları sırası ile; 18.59 - 21.64 kg/baş ve 43.76 - 48.52 kg/baş olarak belirlenmiştir.

Erken damızlıkta kullanılmak üzere 56 günlük kızgınlık tespitinde, kızgın olduğu belirlenen 87 baş dişi ile 16 baş erkek toklu olmak üzere, toplam 103 baş Norduz toklu'nun, 6-7 ay yaş ve erken damızlıkta kullanıldığı 11-12 aylık yaş ortalama canlı ağırlıkları 20.12 ve 46.14 kg/baş olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere göre, erken damızlıkta kullanılacak Norduz dişi ve erkek toklu'ların, yaş ve canlı ağırlık bakımından erginlerin 2/3 lük düzeyine geldikleri belirlenmiş olup, bu verilerin literatür ile benzerlik gösterdiği söylenebilir (Menant ve ark., 2022., Muller ve ark., 2020 ve Notter, 1989). Erkek toklu grubu içinden, rastgele seçilen 16 baş erkek toklu, 56 gün süre ile ilk defa erken damızlık adayı olarak libido, yapay vajen eğitimi ve spermatolojik özellikler bakımından incelenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1: Norduz toklu'ların yaş ve cinsiyet kompozisyonları

Özellikler	6-7 ay yaş		11-12 ay yaş		Cinsiyet İşareti
	n (baş)	kg $\bar{x} \pm S\bar{x}$	n (baş)	kg $\bar{x} \pm S\bar{x}$	
Dişi toklu	243	18.59	87	43.76	Kırmızı
Erkek toklu	173	21.64	16	48.52	Mavi
Toplam/Ort.	416	20.12	103	46.14	Kırmızı/Mavi

Çizelge 2. Norduz erkek toklu'ların yapay vajen eğitimi ve spermatolojik özelliklerin tespiti

Günler	Yapay vajen eğitimi ve spermatolojik özellikler							
	Dişi Grupta Libido	Serbest Aşım	Yapay Vajene Kabul	Yapay Vajene Ejekülasyon	Yapay Vajene Ejekülasyon Sürekliliği	Sperma Toplama	Makro Sperma Özellikleri	Mikro Sperma Özellikleri
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	+	+	-	-	-	-	-	-
3	+	+	-	-	-	-	-	-
4	+	+	-	-	-	-	-	-
5	+	+	-	-	-	-	-	-
6	+	+	-	-	-	-	-	-
7	+	+	+	+	-	-	-	-
8	+	+	+	+	-	-	-	-
9	+	+	+	+	-	+	+	+
10- <56	+	+	+	+	-	+	+	+
11- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
12- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
13- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
14- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
15- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
16- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
17- <56	+	+	+	+	+	+	+	+
18- <56	+	+	+	+	+	+	+	+

Erken damızlık adayı olarak seçilen 16 baş erkek toklu ilk etapta birinci periyot süresince 18 günlük yapay vajen

eğitimine tabii tutulmuştur. Bu süreçte yapay vajen eğitiminin 11. gününden itibaren yapay vajen ile sperma

veren ve spermatolojik özellikleri, başarılı bir döllülük için yapay tohumlamaya uygun olan 6 baş erkek toklu, damızlık adayı olarak kullanılırken, kalan 10 baş erkek toklu ise, kızgınlık tespitlerinde, arama toklusu olarak kullanılarak, kontaminasyona dayalı dişi ve erkek uyarılmasının, doğal koşullarda herhangi bir fizyolojik veya kimyasal etkiye maruz kalmadan, tamamen kızgınlık fizyolojisinin erken uyarılması faktörü ile doğal mera koşullarında, fiziki ve fizyolojik uyarılmayı tetikleyerek, yaklaşık 56 gün (3 periyot) 243 baş dişi toklu grubun kızgınlık tespitlerinde kullanılmıştır. Yapay vajen eğitimi süresince, 16 baş erkek toklu içinden, yüksek libido gösterdiği belirlenen, 6 baş aday erkek toklu, ilk etapta bir periyot (18 gün) süre ile yapay vajen eğitimine tabii tutularak, makro ve mikro spermatolojik özellikleri belirlenirken, 56 gün'lük yapay tohumlama süresince her ejakulat spermatolojik özellikler bakımından gözden geçirildikten sonra, sabah ve akşam yapay tohumlamada kullanılmıştır. Buna göre erken damızlık adayı erkek toklu'ların, kendi grubunda ve dişi grup içinde sırası ile; libido (kendi grubunda birbirinin üzerine atlama, dişi grubu içinde ise, aşım yapma davranışı gösteren), serbest aşım yapma, yapay vajeni kabul etme, yapay vajene ejakülasyon, yapay vajene ejakülasyon sürekliliği ve sperma toplama gibi özellikler bakımından testten geçirilmiştir. Erken damızlık adayı erkek toklu'ların sırası ile ilk defa; libido ve serbest aşım isteğinin 2. günden, 6. güne kadar devam ettiği, 7. günden 10. güne kadar, libido ile birlikte, yapay vajeni kabul edip (yapay vajene alışıp), yapay vajene ejakülasyon yaptıkları belirlenmiştir. Yapay vajen ejakülasyonuna sürekliliğin 10. günden sonra devam ettiği, bu nedenle 9. günden itibaren sperma toplama işlemlerinin gerçekleştiği, 11. günden itibaren yapay vajen eğitiminin tamamlanarak, erken dönemde damızlıkta kullanılan 11-12 ay yaşlı Norduz erkek tokluların, sürekli libido, yapay vajene ejakülasyon, sperma toplama, makro ve mikro spermatolojik özelliklerin tespit işlemlerinin, 11-56 gün arasında süreklilik gösterdiği belirlenmiştir. Kızgınlık tespit dönemi, yapay tohumlama programı ve gebelik dönemi süresince, 243 baş dişi toklu ile 16 baş erkek toklu, mera'ya ek olarak, günlük 1.5 kg/baş %15.0 protein, 1500 Kkal enerji içerikli kesif yem ve yiyebildikleri kadar yonca ve korunga kuru otu karışımı kaba yem ile serbest (adlibitum) yemleme uygulanmıştır. Bu testler sonucunda, yapay vajene alışıp sperma ejakülata

Çizelge 3. Norduz toklu'ların periyotlara göre kızgınlık tespit dağılımları

Özellikler	Sabah		Akşam		Toplam (baş)
	(n=baş)	(%)	(n=baş)	(%)	
Birinci periyot (1.-18. gün)	12	57.14	9	42.86	21
İkinci periyot (19.- 37. gün)	24	48.98	25	51.02	49
Üçüncü periyot (38.-56. gün)	11	64.71	6	35.29	17
Genel toplam/Ortalama	47	54.02	40	45.98	87
Dönerlerin kızgınlık tespiti	15	17.24	9	10.35	24

Norduz dişi toklu'ların erken dönemde damızlıkta kullanılabilmeleri için, aynı yaşlı erkek arama toklu'ları ile

alınan erkek tokluların, makro ve mikro spermatolojik özellikleri belirlenmiştir. Yapay vajen eğitimi süresince, erken damızlık adayı erkek toklulardan, yapay vajen yöntemi ile alınan sperma ejakülatları; sperma miktarı, renk, koku, pH, viskozite ve aktivite gibi makro spermatolojik özellikler ile motilite, yoğunluk, ölü-canlı spermatozoa oranı, anormal spermatozoa oranı gibi mikro spermatolojik özellikler bakımından, başarılı bir yapay tohumlamaya uygun olduğu belirlenen 6 baş erken damızlık adayı erkek toklu, yapay tohumlama programında, erkek materyal olarak kullanılmıştır. Buna göre erken damızlık adayı Norduz erkek tokluların, 11. günden itibaren taze sperma ile yapay tohumlamda kullanılarak, başarılı bir gebelik elde edilebileceği söylenebilir (Çizelge 2). (Abebe ve ark., 2023; Habtegiorgis ve ark., 2022; Martinez ve ark., 2015).

Kızgınlık tespitleri ve yapay tohumlama

Libido testleri sonucu aktif olduğu belirlenen 10 baş erken dönem damızlık adayı erkek toklu, genital bölgeleri komple kapanacak şekilde 40X60x60 cm ebatlarındaki arama önlüğü ile kapatılarak, kızgın dişinin vajinasına ejakülasyon fiziken engellenmiştir. Eylül-Kasım ayları arasındaki 1-56 günlük 18X3 periyot süresince, sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa, ilk defa erken damızlıkta kullanılan 243 baş dişi Norduz toklu'sunun kızgınlık tespitleri yapılmıştır. Bu tespitlerde, arama koçu'nun önünde durarak aşım yapmasına izin veren dişi toklular, 16-18 saat sonra yapay tohumlanmak üzere, kızgın dişi bölmelerine alınmışlardır. Yapay tohumlama programı süresince yapılan kızgınlık tespitlerinde, kızgın olduğu belirlenen dişilerin ve aynı dönemde erkeklerin de canlı ağırlık tartımları yapılmıştır. Dişi tokluların kızgınlık tespitleri 18'er günlük 3 periyotta belirlenmiştir. Periyotlara göre kızgınlık tespitleri incelendiğinde; birinci periyotta, 1-18. günlerde yapılan kızgınlık tespitlerinde, sabah 12 baş %57.14 - akşam 9 baş %42.86 olmak üzere toplam 21 baş, ikinci periyotta, 19-37. günde yapılan kızgınlık tespitlerinde, sabah 24 baş %48.98 - akşam 25 baş %51.02 olmak üzere toplam 49 baş, üçüncü periyotta 38-56. günde yapılan kızgınlık tespitlerinde, sabah 11 baş %64.71 - akşam 6 baş %35.29 olmak üzere toplam 17 baş dişi toklunun kızgın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

yapılan genel kızgınlık tespitlerinde, genel toplam sabah 47 baş %54.02 - akşam 40 baş %45.98 olmak üzere toplam 87

baş dişi toklunun kızgınlık gösterdiği belirlenmiştir. Bu kızgınlık tespitlerinde, sabah kızgın olduğu belirlenenler, aynı gün akşam, yaklaşık 16-18 saat sonra, akşam kızgın olduğu belirlenen dişi toklular, yaklaşık 16-18 saat sonra sabah erken saatte, aynı yaşlı makro ve mikro spermatolojik özellikler bakımından testten geçmiş toplam 6 baş erken damızlık adayı erkek toklunun, 0.3 ml/baş taze ve sulandırılmamış sperması ile, serviks ağzına yapay tohumlanmıştır. Tüm periyotlar boyunca, sabah kızgın olduğu tespit edilip ilk yapay tohumlaması akşam yapılan toplam 47 baş dişi toklunun, ilk tohumlamadan 12 gün sonra ikinci kızgınlık tespiti yapıldığında, (toplam yapay tohumlanan 87' baş'ın sabah dönenleri) 15 baş %17.24'nün, döl tutmayıp (dönerek) ikinci kez kızgınlık gösterdiği, ilk kızgınlık tespitinde, akşam kızgın olduğu belirlenenler, ertesi sabah ilk yapay tohumlaması yapılan toplam 40 baş dişi toklunun, ilk tohumlamadan 12 gün sonra, ikinci kızgınlık tesbiti yapıldığında, (toplam yapay

tohumlanan 87 baş'ın akşam dönenleri) 9 baş %10.35 yapay tohumlanan dişi toklunun, döl tutmayıp dönerek ikinci kez kızgınlık gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma süresince, yapay tohumlaması yapılan toplam 87 baş dişi toklunun, 24 baş %27.59'nun, döl tutmayarak, döndüğü ve tekrar kızgınlık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Kuzulama

Bu araştırmada, Van İli Ekstansif koşullarında 11-12 aylık yaşta erken damızlıkta kullanılan Norduz dişi toklular, yaklaşık 16-17 aylık yaşta kuzulamışlardır. Bu kuzulama süresi doğal meraya dayalı yetiştirici koşullarında, yerli koyun ırklarının ilk defa damızlıkta kullanma süresi olan 18-24 ay'dan daha kısadır. Doğal koşullarda, tamamen müdahalesiz gerçekleşen doğum sonuçları aşağıdaki gibi elde edilmiştir (Martinez ve ark., 2015) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Norduz toklu'ların yapay tohumlama ve doğum verileri

Veriler	Sabah		Akşam		Toplam n (baş)
	n (baş)	n (%)	n (baş)	n (%)	
Yapay tohumlanan dişi toklu	47	54.02	40	45.98	87
Doğuran dişi toklu	19	40.43	13	32.50	32

Çizelge 4' incelendiğinde, erken damızlıkta kullanılan dişi tokluların yapay tohumlama doğum sonuçları incelendiğinde; yaklaşık 56 süre ile yapay tohumlanan sabah ve akşam yapay tohumlama, doğum sonuçları sırası ile; sabah tohumlanan 47 baş dişi toklu'nun 19'u %40.43, akşam yapay tohumlanan 40 baş dişi toklu'dan 13'nün %32.50'si, toplam yapay tohumlanan 87 baş dişi toklu'nun 32 baş %36.78'nin kuzuladığı belirlenmiştir. Asezonal üreme özelliği olan Norduz'ların, 11-12 aylık yaşta ilk defa damızlıkta kullanılmaları durumunda, 16-17 aylık yaşta döl veriyor olmalarının belirlenmesi, ekstansif yetiştirici koşullarında, Norduz'ların kırsal alan koşullarında, mera'ya dayalı döl verim özelliklerinin, birçok yerli ırkın mera koşullarında, döl verim özelliklerine yakın olduğu belirlenmiştir. Buna göre Norduz'ların, yerli ırkların ıslahında, erken dönemde damızlık adayı olarak kullanılabilecekleri belirlenmiştir. Bu araştırmada, yaklaşık 11-12 ay yaşlı Norduz toklu'ların, ekstansif yetiştirici koşullarında, yapay tohumlama ve kuzulama oranları, 18-24 ay yaşlı yerli koyun ve kültür ırkı koyunların verilerinden istatistiki olarak önemli düzeyde düşük olmasına rağmen, damızlık değeri belirlenmiş Norduzların, yerli ırkların ıslahında erken dönemde damızlıkta kullanılabilmeleri ile, kırsal yerli koyun ırklarında önemli genetik ilerlemeye varyasyon sağlanabilecektir. Elde edilen sonuçların literatür ile uyum gösterdiği söylenebilir (Mirzaei ve ark., 2017., Pellicer-Rubio ve ark., 2023 ve Nieto ve ark., 2013).

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Van İli Ekstansif yetiştirici koşullarında, Norduz'ların erken dönemde damızlıkta kullanılması durumunda; Norduz erkek ve dişi tokluların, yerli ırk koyunların döl, süt ve et verimlerinin iyileştirilmesinde, 11-12 aylık yaşta erken dönemde damızlıkta kullanılabilecekleri belirlenmiştir. Aynı çalışmada dişi toklu kızgınlık tespitleri, aynı yaşlı 10 baş erkek toklu, arama toklusu olarak kullanılarak, 3 periyotta (56 gün) sürede yapılmıştır. Kızgınlıkları belirlenen 87 baş dişi toklu, kızgınlık tespit saatlerinden yaklaşık 12-16 saat sonra sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa, 0.3 ml/baş taze ve sulandırılmamış sperma ile serviks ağzına yapay tohumlanmıştır. Kızgınlıkları sabah belirlenen 47 baş (% 54.02) dişi toklu, aynı gün öğleden sonra geç saatte yapay tohumlanmıştır. Kızgınlığı akşam belirlenen 40 baş (% 45.98) dişi toklu ise, ertesi sabah, erken saatte yapay tohumlanmıştır. Doğum döneminde, sabah yapay tohumlanan 47 dişi tokludan 19'u (%40.43), akşam yapay tohumlanan 40 dişi tokludan 13'nün % 32.50' toplam 87 baş yapay tohumlanan dişi tokludan (32 baş) %36.78 genel kuzulama oranı elde edilmiştir. Bu araştırmada, yaklaşık 11-12 ay yaşlı Norduz toklu'nun, ekstansif yetiştirici koşullarında yapay tohumlama ve kuzulama oranları, 18-24 ay yaşlı yerli ve kültür ırkı koyunların verilerinden istatistiki olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.05). Buna göre damızlık değeri yüksek yerli ırkların, erken dönemde damızlıkta kullanılabilecek olanaklarının bilinmesi, gelecek generasyonlarda, yüksek damızlık değeri belirlenen erkek ve

dişi Norduz toklu'ların, ıslah amaçlı 11-12 aylık yaşta, erken dönemde damızlıkta kullanılabileceği belirlenmiştir. Yerli koyun ırklarının, birim koyun başına, döl, süt ve et verimliliklerinin, popülasyon bazında ıslahında, Norduz dişi ve erkek tokluların yaklaşık 11-12 aylık yaşta erken dönemde damızlıkta kullanılmaları ile, kırsal alanlarda, koyun yetiştiriciliği ile geçimlerini sağlayan yetiştiricilerin, bölge koşullarında mera'ya dayalı ekstansif koyun yetiştirme sistemi ile, sürdürülebilir ve ekonomik koyun yetiştiriciliği yapılarak, refah düzeyleri iyileştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Abebe A, Berhane G, Gizaw S, Getachew T, Haile A (2023) Reproductive performance in two organic sheep farming systems differing by the number of mating sessions in and out of the breeding season. *Journal of Agriculture and Food Research*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100644>.
- Corner-Thomas R A, Hickson R E, Morris S T, Kenyon P R (2014) The influences of live weight and body condition score of ewe lambs from breeding to lambing on the live weight of their singleton lambs to weaning. *Small Ruminant Research*, 119 (1-3): 16-21.
- Habtegiorgis K, Haile A, Getachew T, Ahmed Kirmani M, Gemiyo D (2022) Analysis of genetic parameters and genetic trends for early growth and reproductive traits of Doyogena sheep managed under community-based breeding program. *Heliyon*, 8 (6): e09749.
- Kırk K (2001) İvesi Erkek Kuzularda Cinsiyetin, Morfolojik ve Fizyolojik Gelişimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Kod No: 620. Adana.
- Kırk K (2006) Doğu Anadolu Bölgesi Kırsal Kalkınma Sürecinde Sürdürülebilir Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Önemi ve Mevcut Koşullarda Üretim ve Tüketim Politikalarının Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması. Ulusal Tarım Kurultayı 15-17 Kasım 2006. Çukurova Üniv.Zir.Fakt. Sayfa, 157-163, Adana.
- Martinez M F, McLeod B, Tattersfield G, Smaill B, Quirke L D, Juengel J L (2015) Successful induction of oestrus, ovulation and pregnancy in adult ewes and ewe lambs out of the breeding season using a GnRH + progesterone oestrus synchronisation protocol. *Animal Reproduction Science*, 155: 28-35.
- Menant O, Ungerfeld R, Lévy F, Pérez-Clariget R, Freitas-de-Melo A (2022) Out-of-season breeding and ewe-lamb bond from birth to weaning in Corriedale sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 247: 105542.
- Mirzaei A, Mohebbi-Fani M, Omidi A, Boostani A, Nazifi S, Mahmoodian-Fard H R, Chahardahcherik M (2017) Progesterone concentration and lambing rate of Karakul ewes treated with prostaglandin and GnRH combined with the ram effect during breeding and non-breeding seasons. *Theriogenology*, 100: 120-125.
- Muller A, Brand T S, Scholtz A J, Kruger A C M, Cloete S W P (2020) Genetic and environmental parameters and trends for early growth and yearling traits in the Elsenburg Dormer resource flock. *Small Ruminant Research* volume 191, October 2020, 106181.
- Nieto R, Ferguson C A, Macleay M B, C.A., Briegel J R, Wood D A, Martin G B, Thompson A N (2013) Ewe lambs with higher breeding values for growth achieve higher reproductive performance when mated at age 8 months. *Theriogenology*, 80: 427-435.
- Notter D R (1989) Effects of continuous ram exposure and early spring lambing on initiation of the breeding season in yearling crossbred ewes. *Animal Reproduction Science*. 19(3-4): 265-272.
- Pellicer-Rubio M T, Laignel G, Homas Y, Prache S, Benoit M, Tournadre H (2023) Reproductive performance in two organic sheep farming systems differing by the number of mating sessions in and out of the breeding season. *Theriogenology* 195: 238-248.
- SAS User's Guide (2018) Statistical Analysis System. SAS Institute Inc., Cary, N.C.USA. [imiz-var-mi-sorusu.html](http://www.sas.com/imiz-var-mi-sorusu.html) Erişim Tarihi:3.06.2022

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Yazım Kuralları

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisinin yayın dili Türkçedir. Yazımda Türk Dil Kurumu'nun yayınladığı imlâ kılavuzu ve Türkçe sözlük esas alınır. Uygun görülen İngilizce yazılmış makaleler de dergide basılabilir.

Makale metni, **Times New Roman** yazı karakterinde **12 punto**, tüm kenarlarda **3 cm boşluk** olacak şekilde, **iki yana yaslı, çift satır aralıklı** olarak hazırlanmalı ve **sayfa ile satır numarası** verilmelidir. Gönderilen makale gerekli şekilsel düzenlemenin ardından, çizelge ve şekiller dahil **20 sayfayı** aşmamalıdır (Kapak sayfası hariç).

Makale bir kapak sayfası içermelidir (Lütfen DERGİPARK sisteminde yer alan Makale Kapak Sayfası (Şablon dosya) isimli şablon dosyayı kullanınız). Kapak sayfasında makalenin yazım dilindeki başlığı, yazarları (Makalede yer alacak sıra ile, ünvanlı, kısaltma içermeyecek şekilde açık ve isimlerin baş harfi büyük diğer harfleri küçük, soyadların tümü büyük olacak şekilde), her yazarın kurum adresi (her yazar için belli olacak şekilde), her yazarın mail adresi, kurum adresi ve ORCID'lerini ve sorumlu yazar bilgilerini içermelidir. Ayrıca makalenin lisansüstü tez ürünü olup olmadığı, yayınlanmamış kongre bildirisi ve/veya destekleyen kuruluş hakkında kısa bilgi satırı içermelidir. Kapak sayfasındaki bilgiler sola yaslı, her biri yeni bir satırdan başlamak üzere normal yazı düzeninde yazılmalıdır. Makale metni yeni bir sayfadan tekrar başlık ile başlamalıdır ve kapak sayfasındaki diğer bilgileri içermemelidir. Başlık; kelimelerin ilk harfleri büyük diğer harfler küçük (ve, veya gibi bağlaçlar tümü ufak) dik, koyu ve sayfaya ortalı olarak yazılmalı (Eğer varsa bilimsel isimler bu kural dışında tutularak, yazılması gerektiği şekilde ve author isimleri ile beraber) metne uygun ve öz olmalıdır.

Makale metni aşağıdaki başlıklardan oluşmalıdır;

BAŞLIK (Kapak sayfasındaki ile aynı özellikte)

Öz (En fazla 250 kelime)

Anahtar Kelimeler: (Başlıkta yer almayan en fazla 5 kelime aralarına virgül koyularak yazılmalıdır)

İngilizce Başlık (Türkçe başlığı yansıtabilecek şekilde, sadece ilk harfleri büyük ancak bağlaçların tümü küçük)

Abstract (Türkçe özeti yansıtabilecek şekilde)

Keywords: (Türkçe anahtar kelimelerin İngilizce karşılıkları)

GİRİŞ (Bu ve bunun gibi tüm ana başlıklar başında numara verilmeksizin)

MATERYAL ve YÖNTEM

Varsa Alt Başlık (Alt başlık altında bir alt başlık daha olmamalıdır, alt başlıklara numara verilmemelidir)

BULGULAR ve TARTIŞMA

Varsa Alt Başlık (Alt başlık altında bir alt başlık daha olmamalıdır, alt başlıklara numara verilmemelidir)

SONUÇ

Teşekkür (isteğe bağlı yazılabilir). Desteği olan kişilere ve kuruluşlara teşekkür edilmek isteniyorsa yazılmalıdır. İfade teşekkür içermiyor ve sadece bilgi amaçlı ise bu bilginin kapak sayfasında verilmesi yeterlidir.

KAYNAKLAR

kısımlarından oluşmalıdır.

Kaynak bildirimini yazar soyadı, isminin baş harfi ve yıl şeklinde yazılmalı ve makalenin sonunda KAYNAKLAR başlığı altında alfabetik sırada gösterilmelidir. Alt alta gelen aynı yazarlı (sadece ilk yazar dikkate alınarak) literatür ise kronolojik olarak sıralanmalıdır.

Literatürün başlığı yazılırken kelimelerin ilk harfleri büyük, diğer harfleri küçük olarak yazılmalıdır. Ancak "ve, veya" gibi bağlaçların ilk harfleri de küçük yazılmalıdır.

Metin içinde kaynak cümlelerinin başında verilecekse yazarın soyadı Black (2009) şeklinde, cümlelerinin sonunda verilecekse (Black, 2009) şeklinde belirtilmelidir. Eğer yazar sayısı iki ise Black ve John (2007) şeklinde olarak cümle başında ya da (Black ve John, 2009) şeklinde cümle sonunda, yazar sayısı ikiden fazla ise ilk yazarın soyadına göre Black ve ark. (2009) ya da cümle sonunda (Black ve ark., 2009) şeklinde belirtilmelidir. Kaynakların yazımı aşağıdaki örneklere uygun yapılmalıdır. Yazım dili İngilizce olan makalelerde literatür gösteriminde "ve" yerine "and", "ve ark." yerine "et al." kullanılmalıdır.

Literatür gösterimiyle ilgili bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Dergi Makaleleri:

Stangoulis JCR, Brown PH, Bellaloui N, Reid RJ, Graham RD (2001) The Efficiency of Boron Utilisation in Canola. Australian Journal of Plant Physiology 28: 1109-1114.

Gusmao M, Siddique KHM, Flower K, Nesbitt H, Veneklaas EJ (2012) Water Deficit during the Reproductive Period of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Reduced Grain Yield but Maintained Seed Size. Journal of Agronomy and Crop Science 198: 430-441.

Yıldırım R, Tunalioglu R (2016) Aydın'da Karasu Sorunu ve Zeytinyağı İşletmelerinin Çözümüne Yönelik Tercihlerinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2) : 1 – 10.

Kitaplar:

Marschner P (2002) Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier. Amsterdam.

Özcan S, Gürel E, Babaoglu M (2001) Bitki Biyoteknolojisi, Cilt 1. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları. Konya.

Tezler:

Alkan Y (1999) Kök-ur Nematodları'na Dayanıklı ve Duyarlı Bazı Domates Çeşitlerinin Etkilenme Şekli Üzerinde Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

İlyasoğlu H (2009) Ayrıcalık ve Memecik Zeytinyağlarının Coğrafi İşaretleme Amacıyla Karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Anonim Kaynaklar (Yazarı belirli olmayan kaynaklar Anonim olarak verilmelidir):

Anonim (1992) Tarımsal Yapı ve Üretim. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.

Makale içinde internet kaynaklarının çok fazla kullanılmamasına dikkat edilmelidir. Kullanılan internet kaynaklarının üniversiteler, enstitüler, diğer devlet kuruluşları, büyük organizasyonlar gibi kabul gören kuruluşlar tarafından üretilmiş olması gerekmektedir. Eğer bu kaynakların yazarları belli ise yazarın ismi, aksi halde Anonim olarak yazılmalıdır. İnternet sayfalarından alınan kaynakların erişim

adresleri ve erişim tarihleri (Erişim Tarihi: 01/01/2017 şeklinde) verilmelidir.

Kitaptan Bölümler:

Castillo EA, Marty JS, Condoret D, Combes K (1996) Enzymatic Catalysis in Nonconventional Media Using High Polar Molecules as Substrates. In: Dordick JS, Russell AS (eds.), Annals of the New York Academy of Science, The New York Academy of Science, New York, 206-211.

Bildiri Kitapları:

Yalçın İ, Doğan T, Uçucu R (2002) Analysis of Reduced Tillage Methods in Cotton Farming in Terms of Agriculture Machinery Management. In: Talat K (eds), Proceedings of the 8th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Proceedings, 6-12 April 2002, İzmir,130-135.

Makale içinde sadece çizelge ve şekil ifadeleri kullanılmalı, kullanılan her çizelge ve şekle makale içinde atıf yapılmalıdır. Çizelge başlığı, içeriği ve dip not 10 punto, dik, sola dayalı olmalıdır. Çizelge içindeki en küçük yazı karakteri sekiz punto olmalıdır. Başlık çizelgenin üstüne Çizelge 1. şeklinde yazılmalı, başlık kısmı cümlelerin ilk harfi büyük diğerlerinin tümü küçük normal kalınlıkta yazılmalı, cümle sonunda nokta olmamalıdır. Çizelge başlığı ve içeriğinin satır aralığı üstten ve alttan 0 pt olmalıdır. Çizelge sütunlarına ait ilk satırlar koyu ve kelimelerin baş harfi büyük olmalıdır. Çizelge ilk satırının üstü ve altı ile çizelgenin en alt kenarına ½ nk kalınlığında birer çizgi çekilmeli, ancak çizelgede başka bir çerçeve çizgisi kullanılmamalıdır. Çizelgeler kesinlikle yatay sayfa yapısında avarlanmamalı dikey sayfaya sığmayan çizelgeler bölünerek iki ayrı çizelge şeklinde verilmelidir. Çizelge satır ve sütunlarındaki değerler yazılırken değerlerin başında veya sonunda space tuşu kullanılarak kesinlikle boşluk verilmemelidir. Şekil başlıkları ise Şekil 1. biçiminde 10 pt yazıldıktan sonra ilk kelimenin baş harfi büyük diğer tüm harfleri küçük normal kalınlıkta yazılmalı, başlık sonuna nokta konulmamalıdır. Şekil başlığı şeklin altında yer almalıdır. Kullanılan şekillerin kalitesi baskı için uygun olmalıdır (en az 300 dpi), karışık matematiksel denklemler, karışık kimyasal yapılar gibi gösterimler kalitesi yüksek vektör veya bitmap resimler halinde olmalıdır.

Makale içinde yer alan tüm bilimsel kısaltmalar Uluslararası Birimler Sistemi (International System of Units)'ne göre verilmelidir. Rakamsal gösterimlerde ondalık ayraç olarak nokta (örneğin: 1.25), bindelik ayraç olarak ise virgül (örneğin: 2,000,000) kullanılmalıdır. Bindelik ifadelerden metin içinde kaçınılmalıdır (örneğin: 3,455,632 yerine yaklaşık 3.5 milyon). Bu gibi büyük sayıların tam değerlerinin çizelgeler içerisinde verilmesi karışıklığı engelleyecektir.

Bölü, toplama ve çıkarma işlemlerinde “/”, “+” ve “-” işaretleri kullanılmalıdır; çarpma işleminde ve ikili interaksiyonun gösteriminde (Çeşit x Gübreleme gibi) “x” (Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenmeli) işareti kullanılmalıdır. Derece işareti olarak ° (Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenmeli) seçilmelidir. Kullanılacak diğer simgelerin (±, ≥, ≤, μ, ∞, ≠ gibi) tamamı Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenmeli. İki değer aralığından bahsederken “-” yerine Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenerek “-” kullanılmalıdır. Gerek çift gerekse tek tırnak kullanımı “” ve ” şeklinde yapılmalıdır.

Sayı ile birimi arasında 1 boşluk bırakılmalıdır (21 kg gibi), % işaretinden sonra boşluk bırakılmamalıdır (%45).

YAZARLARA ÖNEMLİ NOT

Tüm yazarlar:

Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu, tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını, sunulan makalenin tüm yazarlarından makaleyle ilgili tüm mali hakları Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine devrettiklerini, formlardaki taahhütleri kabul ettiklerini, doğmuş veya doğabilecek tüm uyumsuzlıklardan sorumlu olacaklarını, tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını, tüm yazarlarla ilgili e-mail ve posta adreslerinin dergi sistemine doğru girildiğini (sonradan olan değişikliklerin ivedi olarak bildirilmesini), makalenin yazılması sırasında kullanılan metin işleme çizim fotoğraflama analiz gibi her türlü bilgisayar programının telif haklarını çizmediklerini, makalenin başka bir yerde basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını, makalede bulunan metnin şekillerin ve dokümanların diğer şahıslara ait olan telif haklarını ihlal etmediğini, sunulan makale üzerindeki mali haklarını özellikle işleme, çoğaltma, temsil, basım yayım, dağıtım ve internet yoluyla iletim de dahil olmak üzere her türlü umuma iletim haklarını Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yetkili makamlarınca sınırsız olarak kullanılmak üzere Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine devretmeyi kabul ve taahhüt eder. Buna rağmen yazar(lar)ın veya varsa yazar(lar)ın işverenin patent hakları, yazar(lar)ın gelecekte kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı, makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır. Bununla beraber yazar(lar) makaleyi çoğaltma, postayla veya elektronik yolla dağıtma hakkına sahiptir. Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nin yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir. Sorumlu yazar olarak, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarla istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi ve dergi editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun sorumlu yazara ait olduğu taahhüt edilir. Ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığı, çalışma ile ilgili tüm yasal izinlerin alındığı ve etik kurallara uygun hareket edildiği taahhüt edilir. Yayınlanan makalelere ayrıca telif ücreti ödenmez, sadece sorumlu yazara makalenin basıldığı dergiden bir kopya gönderilir.

