



# ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

**ADÜ ZİRAAT DERG**

*Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty*

Cilt (Volume): 21

Sayı (Issue): 2

Aralık (December) 2024

**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) **21**

Sayı  
(Issue) **2**

Aralık  
(December) **2024**

# ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

(ADÜ ZİRAAT DERGİ)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 21, Sayı (Issue): 2, Aralık (December) 2024

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), **Cross Ref** 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.

Yayımlanan yazılardaki bilimsel içerik, sonuç ve yazının etik kurallara uygun olup olmadığının sorumluluğu yazarlara aittir. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, Editörleri ve Danışma Kurulu yayımlanan 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. Mustafa SÜRME



# ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

(ADÜ ZİRAAT DERGİ)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 21, Sayı (Issue): 2, Aralık (December) 2024

## 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)

Doç. Dr. 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 Ferit ATASOY (Harran Üni.)

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

Prof. Dr. Ayşe GÜRSOY (Ankara Üni.)

Prof. Dr. Bülent DENİZ (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. M. Nedim DOĞAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

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

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

Prof. Dr. Osman Orkan ÖZER (Aydın Adnan Menderes Üni.)

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

Prof. Dr. Soner BALCIOĞLU (Akdeniz Üni.)

Prof. Dr. Türker SARAÇOĞLU (Aydın Adnan Menderes Üni.)

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

Doç. Dr. İsmail TAŞ (Çanakkale Onsekizmart Üni.)

Doç. Dr. Soner AKGÜL (Çukurova Üni.)

Doç. Dr. Yakup ÇIKILI (Çanakkale Onsekizmart Üni.)



## 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): 21, Sayı (Issue): 2, Aralık (December) 2024

## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ/RESEARCH ARTICLES

Çoklu Doğrusal Regresyon Yöntemini Kullanarak Isparta İçin Referans Evapotranspirasyon Tahminlenmesi **137**

▪ **Umut SUZAN, Hatice GÜRGÜLÜ**

▪ Estimation of Reference Evapotranspiration for Isparta Using Multiple Linear Regression Method

Evaluating the Restorative Potential of Different Green Strategies in Streets **145**

**Saba AHMADINAZHAD VOSOUGH, Melih BOZKURT**

Sokaklarda Mekânı Oluşturan Farklı Yeşil Stratejilerin Onarıcı Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Fuyu (*Diospyros kaki* L.) Çeşidi Trabzon Hurmasının Glutensiz Kek Üretiminde Şeker İkamesi Olarak Kullanımı **155**

**Nazlıcan YEŞİLKANAT, Bilge TAŞKIN, Nazlı SAVLAK**

Use of Fuyu (*Diospyros kaki* L.) Persimmon as a Sugar Substitute in Gluten-Free Cake Production

Süt ve Ürünleri Tüketicilerinin Etiket Okuma Alışkanlıklarının ve Etiket Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi: Hatay İli Örneği **163**

**Seren YILDIZ, Ayşe Demet KARAMAN, Filiz YILDIZ-AGGÜL**

Evaluation of Label Reading Habits and Label Information Levels of Milk and Dairy Products Consumers: An Example of Hatay Province

DNA Barcoding of *Docotettix cornutus* Ribaut, 1948 (Hemiptera: Cicadellidae) **173**

**Sema AVTAŞ, Eyyüp Mennan YILDIRIM**

*Docotettix cornutus* Ribaut, 1948 (Hemiptera:Cicadellidae)'un DNA Barkodlaması

Yerli Üretim Bir Pnömatik Tahıl Ekim Makinasının Ekim Performansının Değerlendirilmesi **177**

**Lütfi ÖZENÇ, Cengiz ÖZARSLAN**

The Evaluation of Performance of the Domestic Manufactured Pneumatic Seed Drill

*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera:Thripidae) tarafından taşınan Tospovirüslerin Moleküler Tespitinde RT-qPCR yönteminin uygulanması

187

**Murat Kemal AVCI, Ferhat KİREMİT, Eyyüp Mennan YILDIRIM**

The detection of RT-qPCR method of Tospoviruses carried by *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera:Thripidae)

Çocuk Oyun Alanlarının Tasarım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi: Aydın-Efeler Örneği

195

**ABDULLAH AKPINAR**

Evaluation of playgrounds in terms of design criteria: The case study of Aydın-Efeler

Modeling Cultural Ecosystem Services Using Social Media Photos: The case of Denizli, Türkiye

205

**Ömer K. ÖRÜCÜ, E. Seda ARSLAN, Işıl KAYMAZ, Ecem HOŞGÖR, Cennet TEKİN CÜRE**

Sosyal Medya Fotoğrafları Kullanılarak Kültürel Ekosistem Hizmetlerinin Modellenmesi: Denizli, Türkiye Örneği

Aydın Ekolojik Koşullarında Makarnalık Buğdayın (*Triticum durum* L.) Verim ve Verim Unsurları ve Kalite Değerleri ile Bazı Aminoasit İçeriklerinin Belirlenmesi

213

**Bahar KASAL1, Yakup Onur KOCA1**

Determination of Yield, Yield Components, Quality and Some Amino Acid Contents of Durum Wheat (*Triticum durum* L.) under Aydın Ecological Conditions

Effect of Dynamic Irrigation Program on Corn Silage Quality

223

**Özen KOBAK, İsmail TAŞ**

Dinamik Sulama Programının Mısır Silaj Kalitesine Etkisi

*Türkiye'de Özelleştirme Sonrası Tütün Üreticilerinin Sosyo-Ekonomik Değişimleri*

231

**Necmettin TEKDEMİR, Özdal KÖKSAL, İlkay DELLAL**

Socio-Economic Changes of Tobacco Producers After Privatization in Türkiye

The Effect of *Helichrysum pallasii* on Essential Oil Composition of Ontogenetic Variability

239

**EMİNE YURTERİ**

Helichrysum pallasii'nin Ontogenetik Varyabilitenin Uçucu Yağ Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Investigation of Different Parts of Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) in Terms of Polyphenol and Bioactivity

245

**Oguzhan CİVELEKOĞLU, Emine YURTERİ**

Çay (*Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntze) Bitkisinin Farklı Kısımlarının Polifenol ve Biyoaktivite Yönünden Araştırılması

Bazı Kestane Çeşit ve Genotiplerinin Çiçek Tozu Kalitesinin Belirlenmesi

251

**Yusuf ALTIN, Cevriye MERT, Başak MÜFTÜOĞLU**

Determination of Pollen Quality of Some Chestnut Cultivars and Genotypes

Determination of Antibacterial Activity of Essential Oils from Aromatic Plants Against Pathogenic and Antibiotic-Resistant Microorganisms in Animals and Animal Products

257

**Çiğdem YAMANER**

Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Hayvanlarda ve Hayvansal Ürünlerde Patojen ve Antibiyotiklere Dirençli Olan Mikroorganizmalara Karşı Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi

Mikro Elementlerle Zenginleştirilmiş Budama Atığı Biyokömürün Alkalin Karakterli Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkisi

265

**Mehmet Burak TAŞKIN, Muhittin Onur AKÇA, Hanife AKÇA**

The Effect of Pruning Residue Biochar Enriched with Micronutrients on the Growth of Maize Grown in Alkaline Soil

Effect of Different Sowing Times and Sowing Densities on the Agronomical and Technological Traits in Gümüşhane Sugar Bean

275

**Gonca SOYDAŞ, Bilge BAHAR**

Farklı Ekim Zamanları ve Ekim Sıklıklarının Gümüşhane Şeker Fasulyesinin Agronomik ve Teknolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisi

Yaprak Gübresi Uygulamasının Farklı Ekim Zamanında Yetiştirilen Börülce (*Vigna unguiculata* L. Walp) Çeşitlerinin Çiçek Dökülmesi ve Tane Verimi Üzerine Etkileri

285

**Feride ÖNCAN SÜMER**

The Effects of Foliar Fertilizer Application on Flower Drop and Grain Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Varieties Grown at Different Planting Times

Halk Eli Norduz Sürü Kompozisyonlarının Karşılaştırmalı Doğal Aşım ve Yapay Tohumlama Döl Verimleri

297

**Kadir KIRK**

Comparative natural meeting to artificial insemination fertility of people Norduz flock compositions





# Çoklu Doğrusal Regresyon Yöntemini Kullanarak Isparta İçin Referans Evapotranspirasyon Tahminlenmesi

Umut SUZAN \*<sup>1</sup>, Hatice GÜRGÜLÜ <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

**Öz:** İklim değişikliğinin Akdeniz Havzası'nda bulunan ülkemiz için en büyük etkisi kuraklık olarak ortaya çıkmakta; bu durumun su kaynaklarını ve birçok sektörde olduğu gibi tarım sektörünü de olumsuz olarak etkilemesi beklenmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının bilinçli ve akıllıca kullanılması gerekmektedir. Tarımsal üretimde bitkinin ihtiyacı olan suyu net olarak belirleyebilmek sulamanın programlamasında ve sulama projelerinde önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Isparta yöresinde temmuz ayının iklim verilerinden yararlanarak Penman-Monteith denklemi ile temmuz ayı için günlük olarak referans evapotranspirasyon ( $ET_0$ ) miktarları hesaplanmıştır. Çoklu doğrusal regresyon modellerinden (ÇDRM) yararlanarak belirlenen denklemin sonucuna en yakın  $ET_0$  değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Böylece yöre için eksik ve kayıp veri olduğu durumlarda hassas bir şekilde bitki su tüketim değerlerini belirleyebilmek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ÇDRM<sub>1</sub> (5 bağımsız değişkenli), ÇDRM<sub>2</sub> (4 bağımsız değişkenli) ve ÇDRM<sub>3</sub> (3 bağımsız değişkenli) modelleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bağlamda, diğer modellere göre daha az veriye ihtiyaç duyması sebebiyle ÇDRM<sub>3</sub> modelinin tercih edilebilecek bir seçenek olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu ise iklim değişikliğinin etkisine bağlı olarak uzun yıllar boyunca  $ET_0$  miktarında artış olduğunun tespit edilmiş olmasıdır.

**Anahtar kelimeler:** CROPWAT, eksik ve kayıp veri durumu, tahminleme, modelleme.

## Estimation of Reference Evapotranspiration for Isparta Using Multiple Linear Regression Method

**Abstract:** The highest impact of climate change for our country located in the Mediterranean Basin is drought, which is expected to negatively affect water resources and the agricultural sector as well as many other sectors. Therefore, water resources should be used consciously and wisely. In agricultural production, it is important to be able to clearly determine the water requirement by the plant in irrigation programming and irrigation projects. In this study, daily reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) amounts were calculated for July using Penman-Monteith equation by utilizing the climatic data of July in Isparta region. Multiple linear regression models (MLRM) were used to obtain the  $ET_0$  values closest to the result of the mentioned equation. The aim is to accurately determine plant water consumption values in cases where there is insufficient and missing data for the region in a sensitive manner. According to the results obtained, there was no statistically significant difference between MLRM<sub>1</sub> (5 independent variables), MLRM<sub>2</sub> (4 independent variables), and MLRM<sub>3</sub> (3 independent variables) models. In this context, MLRM<sub>3</sub> is considered a preferable option due to its lower data requirements compared to other models. Another important finding of the study is the increase in  $ET_0$  amounts over the years due to the impact of climate change.

**Keywords:** CROPWAT, missing and lost data, forecasting, modeling.

## GİRİŞ

Günümüz iklim koşulları incelendiğinde Türkiye'de iklim değişikliğinin etkileri sıcak hava dalgaları, kuraklık, tarımda verimliliğin düşmesi ve sellerdeki artış olarak ön plana çıkmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC, 2013) sonuç raporuna göre, Türkiye'nin yer aldığı Akdeniz Havzası'nda beklenen değişiklikler durumu daha da ciddileştirmektedir. Bu değişiklikler arasında, ülkemizde mevcut olan ve gelecekte şiddetlenerek artması öngörülen kuraklık sorunu öne çıkmaktadır (Türkeş, 2012; Turan, 2018). Su kaynaklarının giderek azalmasına karşın nüfus artışıyla birlikte su talebi hızla artmakta, tarımda kullanılan su miktarı azalmakta ve dünya gıda güvenliği tehdit altına girmektedir (Çakmak ve Gökalp, 2011). Bu nedenle, tarımda kullanılan sulama suyunun en az kayıpla sulama alanlarına iletilmesi, dağıtılması ve bitki-su ihtiyacını karşılayacak şekilde bitkiye verilmesi zorunlu hale gelmiştir (Atış ve ark., 2015; Suzan ve Gürgülü, 2021).

Kuraklığın izlenmesi, bitki sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi, bitkisel üretimde sulama aralıklarının ve

sulama zamanının programlanması için temel veri olarak kullanılan evapotranspirasyon, yani bitki su tüketimi, transpirasyon ve evaporasyonun birleşiminden oluşmaktadır. Evapotranspirasyon, toprak, bitki ve iklim gibi birçok etmenin etkisiyle gerçekleştiği için doğadaki en karmaşık olaylardan biri olarak kabul edilmektedir (Kanber, 2006; Usta ve Gençoğlu, 2019). Ayrıca, referans evapotranspirasyonun ( $ET_0$ ) iklim değişikliğine bağlı olarak arttığı ifade edilebilir (Azlak ve Şaylan, 2019).

Bitki su tüketimi tespiti, doğrudan veya dolaylı iklim parametrelerine bağlı olarak birçok yöntemle gerçekleştirilebilmektedir. Doğrudan yöntemler uzun bir zaman diliminde ve yoğun iş gücü gerektirirken, dolaylı yöntemler daha basit ve hızlı bir şekilde uygulanabilir (Kaya, 2011). Bitki su tüketiminin belirlenmesinde, FAO56 Penman-

\*Sorumlu Yazar: [umutsuzan@gmail.com](mailto:umutsuzan@gmail.com)

Geliş Tarihi: 19 Ocak 2024

Kabul Tarihi: 13 Aralık 2024

Monteith (PM-FAO56) yöntemi, birçok çalışmada kabul gören ve kullanılan bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Urrea ve ark., 2006; Gavillan ve ark., 2007; Razzaghi ve Sepaskhah, 2011).

PM-FAO56 yönteminin dezavantajı, sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve radyasyon verilerini içermesi ve bunların bazılarının elde edilmesinin zor veya pahalı olmasıdır. Elektronik veri kaydı meteoroloji istasyonları tarafından sağlanıyor olsa da, bu durum küresel ölçekte geçerli değildir. Bu parametrelerin tamamının gözlemlendiği meteoroloji istasyonları sayısı birçok bölgede sınırlıdır (Alexandris ve ark., 2006).

Suzan ve Gürgülü (2021) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Mayıs ayı verileri ile Evapotranspirasyon (ET<sub>0</sub>) değerlerini belirlemek için üç farklı ÇDRM kullanılmış ve yapılan denemeler sonucunda, rüzgar verisinin eksik olması durumunda bunun ihmal edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Benli ve ark. (2010), yaptığı çalışmada PM-FAO56 yöntemi ile bağıl nem, rüzgar hızı gibi parametrelerin eksik olduğu durumlar için ET<sub>0</sub> değerlendirmiştir. Eksik verilerin olduğu durumda sadece sıcaklık verileri kullanılarak ET<sub>0</sub> hesaplanabileceğini belirtmişlerdir. Trabzon'da yapılan başka bir çalışmada PM-FAO56 eşitliği kullanılarak 2009-2012 yılları arasında ET<sub>0</sub> miktarı hesaplanmıştır. Bu değerlere bağlı olarak aylık ve yıllık elde edilen ET<sub>0</sub> miktarlarında olan değişim saptanmaya çalışılmış ve yıllara arasında artan sıcaklık ve değişen verilere göre ET<sub>0</sub> miktarlarında artış olduğu ifade edilmiştir (Bayramoğlu, 2013). Adana'da günlük ET<sub>0</sub> değerlerinin tahmin edildiği bir çalışmada ÇDRM'nin, Bulanık Kural Oluşturma Tekniğine (SMRGT) göre daha uygun sonuçlar verdiği görülmüştür (Demirel ve ark., 2023). Yapılan birçok bilimsel çalışmada ET<sub>0</sub> değerlerinin sıcaklığa bağlı olarak Temmuz ayında yüksek olduğu saptanmıştır (Usta ve Gencoglan, 2019; Peker ve ark., 2021; Atış ve ark., 2015).

Sulama projeleri oluşturulurken bir dizi kriter dikkate alınır. Sağlıklı bir sulama projesinde, bitkinin su ihtiyacının tam olarak karşılanması esastır. Özellikle Türkiye koşullarında, sulama sezonundaki diğer aylara kıyasla Temmuz ayındaki yüksek Evapotranspirasyon (ET<sub>0</sub>) değerleri göz önüne alındığında, sulama projelerinin bu ay içindeki bitki su ihtiyacını tam olarak karşılayabilmesi kritik bir öneme sahiptir (Ünlükara, 2021; Yıldırım, 2013; Güngör ve ark., 2012).

Bu çalışmanın amacı, Isparta yöresinde diğer aylara göre sıcaklık değerlerinin daha yüksek olduğu Temmuz ayında, uzun bir dönem boyunca (1990-2020 yılları) iklim değişikliğinin Evapotranspirasyon (ET<sub>0</sub>) üzerindeki etkilerini incelemek ve eksik verilerin bulunduğu durumlarda en doğru referans evapotranspirasyon değerlerini sağlayabilecek ÇDRM'yi belirlemektir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Isparta, Akdeniz Bölgesi'nin kuzeyinde konumlanmış olup, kuzeyde Afyonkarahisar, doğuda Konya, batıda Burdur, güneyde ise Antalya illeri ile çevrilidir. Şehir, yaklaşık olarak %40'ü fundalık ve ormanla kaplı, %20'si mera ve çayır, %16'sı dikili ve ekili araziler, %24'ü ise tarıma uygun olmayan çıplak kaya ve göller bölgesi olması nedeniyle su tabakalarından oluşmaktadır (Anonim, 2023a). Isparta'da üretilen tarım ürünleri arasında başta hububat (arpa, çavdar, buğday, mahlut) yer alırken, meyveler (kiraz, elma, muşmula, armut, kızılcık, ığde, şeftali, vişne, ayva, erik, üzüm, dut, badem ve ceviz), sebzeler (sakız kabağı, enginar, bamya, patates, soğan, havuç, sarımsak), baklagiller (fasulye, mercimek, börülce, nohut), endüstri bitkileri (haşhaş, gül, ayçiçeği, şeker pancarı), yem bitkileri (fiğ, korunga, burçak, yonca) ve kavaklık alanları da bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

ET<sub>0</sub>'ın öngörülebilmesi amacıyla birçok ampirik denklem ve yazılım geliştirilmiştir (Benli ve ark., 2010; Karaca ve ark., 2017). Bu yazılımlardan biri, FAO tarafından sunulan CROPWAT programıdır. CROPWAT yazılımı, aylık ortalama olarak minimum ve maksimum hava sıcaklıkları, oransal nem, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi gibi iklim parametrelerini giriş değişkeni olarak kullanarak günlük ET<sub>0</sub> değerlerini sağlamaktadır. Bu yazılım, araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılan Penman-Monteith eşitliğinden yararlanmaktadır. Ayrıca, yazılımın doğru bir şekilde ET<sub>0</sub> değerlerini hesaplayabilmesi için iklim verilerinin yanı sıra, bu parametreleri içeren meteoroloji istasyonunun enlem ve boylam bilgileri de CROPWAT'a giriş değişkeni olarak eklenmektedir (Usta ve Gençoğlan, 2019).

Çalışmada kullanılan iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından sağlanmış olup, 1990-2020 yılları arasındaki parametre değerleri üzerinden yapılmıştır. Hesaplamalar, ET<sub>0</sub>'in en yüksek değerlere ulaştığı "Temmuz" ayı için gerçekleştirilmiştir.

CROPWAT yazılımının kullandığı FAO 56 Penman Monteith eşitliği Eşitlik 1'de verilmiştir. Ayrıca eşitliğin bileşenleri de Şekil 1'de sunulmuştur (Pereira ve ark., 2015).

$$ET_0 = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot U_2)} \quad (1)$$

ET<sub>0</sub>: Referans evapotranspirasyon (mm gün<sup>-1</sup>),

Δ: Doygun buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa °C<sup>-1</sup>),

R<sub>n</sub>: Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>),

G: Topraktaki ısı akısı (MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>),

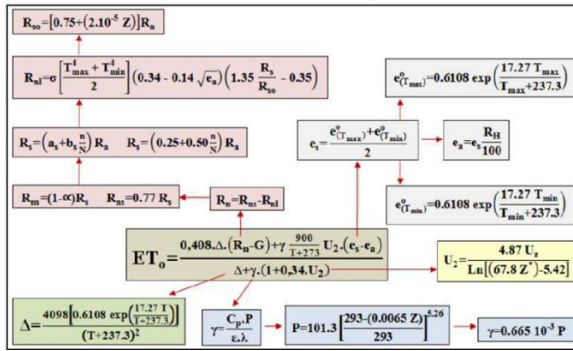
γ: Psikometrik sabite (kPa °C<sup>-1</sup>),

T: Ortalama hava sıcaklığı (°C),

T<sub>min</sub> ve T<sub>max</sub>: En düşük ve en yüksek hava sıcaklıkları (°C),

U<sub>2</sub>: 2 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızı (m s<sup>-1</sup>),

$U_z$ : Toprak yüzeyinden Z yükseklikte ölçülen rüzgar hızı ( $m s^{-1}$ ),  
 $Z^*$ : Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik (m),  
 $e_s$ : Doymun buhar basıncı (kPA),  
 $e_a$ : Gerçek buhar basıncı (kPA),  
 $R_H$ : Oransal nem (%),  
 $R_{ns}$ : Güneşten gelen net kısa dalga radyasyon ( $MJ/m^2/gün$ ),  
 $a_s, b_s$ : Regresyon katsayıları,  
 $n$ : Gerçek güneşlenme süresi (saat),  
 $N$ : Olası maksimum güneşlenme süresi (saat),  
 $\sigma$ : Stefan bozaltman katsayısı ( $4.903 \cdot 10^{-9} MJ/K^4/m^2/gün$ ),  
 $R_{so}$ : Açık gökyüzü radyasyonu ( $MJ/m^2/gün$ ),  
 $Z$ : Rakım (m),  
 $P$ : Atmosferik basınç (kPa),  
 $C_p$ : Sabit basınç altındaki özgül ısı ( $MJ kg^{-1}C^{-1}$ ),  
 $\lambda$ : Buharlaşma gizli ısı ( $MJ kg^{-1}$ ),  
 $\epsilon$ : Su buharı moleküler ağırlığının kuru hava ağırlığına oranı ve  $e^o(T_{max})$  ile  $e^o(T_{min})$ : En yüksek ve n düşük hava sıcaklıklarındaki doymun buhar basıncı (kPA) olarak sıralanmaktadır (Pereira ve ark., 2015).



Şekil 1. FAO 56 Penman Monteith bileşenleri (Usta ve Gençoğlan, 2019)

$ET_0$  ile  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $U_z$ ,  $n$  ve  $RH$  arasındaki anlamlı istatistiksel ilişkilerin belirlenmesi amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi yönteminden faydalanılmıştır (Eşitlik 2). Bu kapsamda, bağımlı değişken olarak  $ET_0$  değerleri, bağımsız değişkenler olarak ise  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $U_z$ ,  $n$  ve  $RH$  kullanılarak toplamda 4 adet çoklu doğrusal regresyon modeli (ÇDRM) oluşturulmuştur. İstatistiksel hesaplamalar için EXCEL 2016 yazılımı kullanılmıştır. Çizelge 1’de geliştirilen ÇDRM’ler ve bu modellerin oluşturulmasında kullanılan bağımsız değişkenler sunulmuştur. Bu çalışmanın temel amacı,  $ET_0$  tahmininde kullanılabilecek denklemlerin oluşturulmasıdır (Büyüköztürk, 2003; Usta ve Gençoğlan, 2019; Suzan ve Gürgülü, 2021).

$$Y = a + (b_1 \cdot X_1) + (b_2 \cdot X_2) + \dots + (b_n \cdot X_n) \quad (2)$$

Eşitlik 2’deki parametreler;

A: Tahmin eşitliğinin sabit değeri,

$b_1, b_2, \dots, b_n$ : Kısmi regresyon katsayısı

$X_1, X_2, \dots, X_n$ : Bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

$ET_0$  (bağımlı değişken) değişiminin ne kadarının  $T_{min}$ ,  $T_{max}$ ,  $RH$ ,  $U_z$  ve  $n$  (bağımsız değişkenler) tarafından açıklanabildiğini göstermek amacıyla Eşitlik 3 kullanılmış ve her bir modelin regresyon katsayıları belirlenmiştir. Ayrıca, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki seviyesini belirlemek amacıyla Eşitlik 4 kullanılarak her bir modelin korelasyon katsayıları saptanmıştır (Akgül ve Çevik, 2003; Suzan ve Gürgülü, 2021). CROPWAT ile hesaplanan  $ET_0$  değerleri ile ÇDRM modelleri ile hesaplanan referans evapotranspirasyon değerleri arasındaki farkın bir göstergesi olarak Eşitlik 5 ile standart hata miktarı belirlenmiştir (Usta ve Gençoğlan, 2019; Suzan ve Gürgülü, 2021).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan ÇDRM’ler ve bileşenleri

Model	Bağımsız Değişkenler	Tahmin Eşitliği
ÇDRM <sub>1</sub>	$X_1: T_{min}, X_2: T_{max}, X_3: R_H, X_4: U_z, X_5: n$	$ET_0 = a + (b_1 \times T_{min}) + (b_2 \times T_{max}) + (b_3 \times R_H) + (b_4 \times U_z) + (b_5 \times n)$
ÇDRM <sub>2</sub>	$X_1: T_{min}, X_2: T_{max}, X_3: R_H, X_4: n$	$ET_0 = a + (b_1 \times T_{min}) + (b_2 \times T_{max}) + (b_3 \times R_H) + (b_4 \times n)$
ÇDRM <sub>3</sub>	$X_1: T_{min}, X_2: T_{max}, X_3: n$	$ET_0 = a + (b_1 \times T_{min}) + (b_2 \times T_{max}) + (b_3 \times n)$
ÇDRM <sub>4</sub>	$X_1: T_{min}, X_2: T_{max}$	$ET_0 = a + (b_1 \times T_{min}) + (b_2 \times T_{max})$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - k}} \quad (5)$$

Eşitliklerdeki ifadeler;

$R^2$ : Regresyon katsayısını,

$r$ : Korelasyon katsayısını,

$\hat{Y}_i$ : Bağımlı değişkenin tahmin edilen değerini,

$Y_i$ : Bağımlı değişkenin gerçek değerinin aritmetik ortalamasını,

$n$ : Gözlem sayısını ( $n=31$ ),

$S$ : Standart hatayı,

$k$ : Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin toplam sayısını göstermektedir (ÇDRM<sub>1</sub>’de  $k=6$ , ÇDRM<sub>2</sub>’de  $k=5$ , ÇDRM<sub>3</sub>’de  $k=4$ , ÇDRM<sub>4</sub>’de  $k=3$ ).

Eşitlik 6’dan yararlanılarak %95 güven aralığında ve %5 ( $\alpha=0.05$ ) anlamlılık düzeyinde  $f$  testi uygulaması gerçekleştirilmiştir (Ünver ve Gamgam, 1999; Suzan ve Gürgülü, 2021). Test sonucunda elde edilen  $f$  değerlerini, anlamlılık  $F$  değerleri ile karşılaştırmak için EXCEL 2016

kullanılmıştır. Bu bağlamda, anlamlılık F değerleri, EXCEL 2016 ANOVA yöntemine göre üretilmiştir.

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2 \cdot (n-2)}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (6)$$

Regresyon analizleri için Şekil 2'de gösterilen EXCEL 2016 kullanılmıştır. Elde edilen F değerleri, Eşitlik 6'ya göre kontrol edilmiş ve anlamlılık düzeyi ile karşılaştırılmıştır. Aynı şekilde, kat sayılar, standart hata ve olasılık (P) değerleri bağımsız değişkenlere bağlı olarak EXCEL 2016 aracılığıyla belirlenmiştir. P değerlerinin 0.05'ten küçük olması, iklim verilerinin model üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğunu göstermektedir (İltir, 2019).

Şekil 2. Regresyon analizi için gerekli ayarlamaların yapıldığı pencere

ÇDRM'ler ile hesaplanan  $ET_0$  değerleri ile Penman-Monteith ile hesaplanan referans evapotranspirasyon sonuçlarının karşılaştırma kriteri olarak, karekök ortalama karesel hata (KOKH) ve ortalama mutlak göreceli hata (OMGH) kullanılmıştır. Hata miktarlarının sifıra yaklaşması, ele alınan modellerin tahmin performansının artması anlamına gelmektedir. KOKH ve OMGH sonuçlarının alınabilmesi için Eşitlik 7 ve Eşitlik 8 kullanılmıştır (Usta ve Gençoğlan, 2019; Suzan ve Gürgülü, 2021).

$$KOKH = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (7)$$

$$OMGH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} \cdot 100 \right) \quad (8)$$

## BULGULAR ve TARTIŞMA

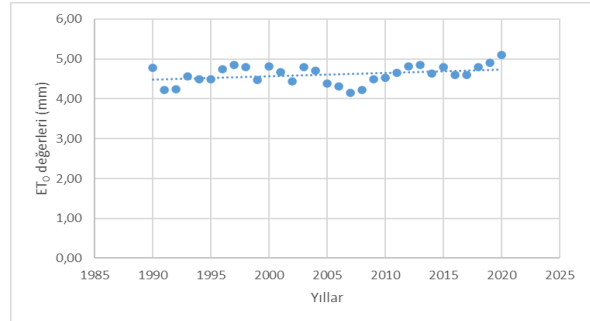
Isparta ilinin 1990–2020 yılları arasındaki iklim verileri, aylık ortalama olarak CROPWAT yazılımına girilmiş ve referans evapotranspirasyon değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca, yazılıma meteoroloji istasyonunun rakım, enlem ve boylam bilgileri de eklenmiştir. Meteorolojik verilerin yazılıma işlenmesi örnek olarak 1990 yılı için Şekil 3'te gösterilen işlem ekranında gerçekleştirilmiştir. Tüm bu işlemler belirtilen

yıllar aralığında sırasıyla yazılıma işlenerek Temmuz ayı ortalama değerleri elde edilmiştir.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wnd km/day	Sun hours	Rad MJ/m²/day	ETo mm/day
January	-0.6	8.0	71	2	3.7	7.3	0.62
February	-0.7	7.9	74	2	4.4	9.9	0.92
March	-0.4	7.1	67	3	5.8	14.1	1.41
April	0.9	11.7	66	2	6.1	17.1	2.00
May	5.2	18.2	61	2	9.5	23.4	3.20
June	10.7	26.7	55	2	11.2	26.2	3.98
July	13.2	27.3	54	2	11.9	27.0	4.39
August	15.1	27.2	55	2	11.2	26.9	4.37
September	15.6	31.1	54	2	9.7	19.8	3.40
October	10.1	19.5	61	2	8.0	14.4	1.90
November	4.3	17.4	65	1	5.5	9.3	0.95
December	1.7	12.7	66	2	5.0	7.8	0.62
Average	6.3	18.0	63	2	7.7	16.8	2.31

Şekil 3. 1990 yılında Temmuz ayına ait ortalama iklim verileri ve  $ET_0$  değeri

Yıllara göre Temmuz ayındaki  $ET_0$  değerleri, Şekil 4'te gösterilmiştir. Bu bağlamda,  $ET_0$  değerleri Temmuz ayı günlük ortalama olarak 4.15 ile 5.15 mm arasında değişim göstermiştir. CROPWAT yazılımına girilen iklim verilerine göre değişen  $ET_0$  değerlerinin, küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı olarak uzun yıllarda artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, İzmir bölgesinde gerçekleştirilen Suzan ve Gürgülü (2021) çalışması ile uyumludur.



Şekil 4. Yıllara göre "Temmuz" ayı günlük ortalama  $ET_0$  değerleri

$T_{min}$ ,  $T_{max}$ ,  $R_H$ ,  $U_2$  ve  $n$  parametrelerinin çeşitli kombinasyonları denenerek geliştirilen çoklu doğrusal regresyon modellerinde (ÇDRM<sub>1</sub>, ÇDRM<sub>2</sub>, ÇDRM<sub>3</sub> ve ÇDRM<sub>4</sub>),  $ET_0$  tahmininde kullanılabilecek eşitlikler Çizelge 2'de gösterilmiştir. ÇDRM<sub>1</sub> ve ÇDRM<sub>2</sub>,  $ET_0$  değişiminin %99'unun ( $R^2=99$ ) açıklanabildiğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda, bu modellerin  $ET_0$  ile ilişki düzeyini ifade eden korelasyon katsayılarının  $r=0.99$  olduğu tespit edilmiştir. İki modelin standart hata değerleri 0.03 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre,  $U_2$  verisinin modeller üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna varılabilir. Benzer sonuçlar, Van ili için yapılan bir çalışmada da bulunmuştur (Usta ve Gençoğlan, 2019). ÇDRM<sub>3</sub>'te ( $R^2=0.97$ ,  $r=0.98$  ve  $S=0.07$ ) değişiklik olmasına rağmen, beklenen miktarda büyük bir değişiklik olmamıştır. Son olarak, ÇDRM<sub>4</sub>'te standart hata 0.29 olarak tespit edilmiş ve en yüksek hata miktarı olarak hesaplanmıştır. Aynı modelde  $R^2$  ve  $r$  değerleri sırasıyla 0.45

ve 0.67 olarak saptanmıştır. Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda, ÇDRM<sub>1</sub>, ÇDRM<sub>2</sub> ve ÇDRM<sub>3</sub> modellerinin ÇDRM<sub>4</sub> modeline göre istatistiksel olarak daha güvenilir olduğu açıkça görülmektedir. Başka bir deyişle, ÇDRM<sub>4</sub>'ün ET<sub>0</sub> ile ilişki düzeyi diğer modellere göre daha düşük seviyededir. Isparta'da eksik ve kayıp verilerin bulunduğu durumlar için ÇDRM<sub>3</sub>'ün ET<sub>0</sub> değerlerini doğru bir şekilde belirlemede yeterli olabileceğini göstermektedir. Bu durum,

Benli ve ark. (2010) tarafından yapılan ET<sub>0</sub> hesaplamasında eksik ve kayıp verilerle ilgili çalışma ile tam olarak örtüşmemektedir. Söz konusu çalışmada, sıcaklık verilerinin yeterli olduğu düşünülürken, bu çalışmada sadece sıcaklık verileriyle istenilen sonuca ulaşılamamıştır. Bu farkın, çalışma bölgesinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Çoklu doğrusal regresyon modelleri ve tahmin eşitliği

Model	Tahmin Eşitliği	R <sup>2</sup>	S	r
ÇDRM <sub>1</sub>	ET <sub>0</sub> = -1.00902+(0.043682xT <sub>min</sub> )+(0.056352xT <sub>max</sub> )+(0.014673xR <sub>H</sub> )+(0.055749xU <sub>2</sub> )+(0.209444xn)	0.99	0.03	0.99
ÇDRM <sub>2</sub>	ET <sub>0</sub> = -0.60208+(0.041791xT <sub>min</sub> )+(0.052716xT <sub>max</sub> )+(0.012367xR <sub>H</sub> )+(0.203953xn)	0.99	0.03	0.99
ÇDRM <sub>3</sub>	ET <sub>0</sub> = 1.122821+(0.077198xT <sub>min</sub> )+(0.000578xT <sub>max</sub> )+(0.19663xn)	0.97	0.07	0.98
ÇDRM <sub>4</sub>	ET <sub>0</sub> = 1.507673+(0.268228xT <sub>min</sub> )+(-0.03207xT <sub>max</sub> )	0.45	0.29	0.67

ÇDRM<sub>1</sub>, ÇDRM<sub>2</sub>, ÇDRM<sub>3</sub> ve ÇDRM<sub>4</sub> modellerinde, bağımlı değişken (ET<sub>0</sub>) ile bağımsız değişkenler (T<sub>min</sub>, T<sub>max</sub>, R<sub>H</sub>, U<sub>2</sub> ve n) arasındaki doğrusal ilişkinin varlığını kontrol etmek amacıyla %5 (α=0.05) anlamlılık düzeyinde ve %95 güven aralığında f testi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te paylaşılmıştır. Bulgulara göre, sunulan tüm modeller için F değerleri anlamlılık düzeyinden büyük olduğu durumda bağımsız değişkenlerin çeşitli kombinasyonlarının değerlerinde anlamlı bir değişime neden olduğunu göstermektedir. Bu F değerleri, modeldeki tüm iklim parametrelerini kapsamaktadır. Elde edilen sonuçlar, Usta ve Gençoğlu (2019)'ın bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulgusuyla uyumludur.

Çizelge 3. Tüm modellerin F değerleri ve anlamlılık F değerleri

Model	F	Anlamlılık F
ÇDRM <sub>1</sub>	1221.15	5E-29
ÇDRM <sub>2</sub>	1295.47	2E-29
ÇDRM <sub>3</sub>	299.72	8E-21
ÇDRM <sub>4</sub>	11.76	0.00

ÇDRM<sub>1</sub> için iklim parametreleri tek tek değerlendirildiğinde, modelde yer alan katsayılar, standart hata değerleri ve P sonuçları Çizelge 4'te sunulmuştur. Bu tabloya göre, P değeri 0.05'ten küçük olduğunda, iklim verilerinin model üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğu gözlemlenmektedir.

Çizelge 4. ÇDRM<sub>1</sub> iklim parametrelerinin istatistiksel olarak hesaplanması

ÇDRM <sub>1</sub>	Katsayılar	Standart Hata	P değeri
Kesişim	-1.01	0.25	0.00
T <sub>min</sub>	0.04	0.01	0.00
T <sub>max</sub>	0.06	0.01	0.00
R <sub>H</sub>	0.01	0.00	0.00
U <sub>2</sub>	0.06	0.02	0.03
n	0.21	0.00	0.00

Bu durum, kullanılan tüm iklim verilerinin model için önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. ÇDRM<sub>2</sub>, ÇDRM<sub>1</sub> ile benzer bir değerlendirmeye tabi tutulduğunda, U<sub>2</sub> verisinin çıkarılmasına rağmen benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür. Bu durum, bu model içinde kullanılan tüm iklim parametrelerinin etkisinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5. ÇDRM<sub>2</sub> iklim parametrelerinin istatistiksel olarak hesaplanması

ÇDRM <sub>2</sub>	Katsayılar	Standart Hata	P değeri
Kesişim	-0.60	0.19	0.00
T <sub>min</sub>	0.04	0.01	0.00
T <sub>max</sub>	0.05	0.01	0.00
R <sub>H</sub>	0.01	0.00	0.00
n	0.20	0.00	0.00

ÇDRM<sub>3</sub>'te yer alan iklim verilerinin katsayıları, standart hata ve P değerleri Çizelge 6'da sunulmuştur. P değeri 0.05'ten küçük olan veri setlerinde, bağımsız değişkenlerin model üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu bilgisinden hareketle; T<sub>min</sub> ve n iklim verilerinin bu model üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Çizelge 6. ÇDRM<sub>3</sub> iklim parametrelerinin istatistiksel olarak hesaplanması

ÇDRM <sub>3</sub>	Katsayılar	Standart Hata	P değeri
Kesişim	1.12	0.26	0.00
T <sub>min</sub>	0.08	0.03	0.02
T <sub>max</sub>	0.00	0.02	0.98
n	0.20	0.01	0.00

Son olarak ÇDRM<sub>4</sub> modelinde yer alan kat sayılar, standart hatalar ve P değerleri Çizelge 7'de sunulmuştur. Bu tabloya göre T<sub>max</sub> ve kesişimin P değerleri 0.05'ten daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, bu modelde etkisi

en fazla olan bağımsız değişkenin  $T_{min}$  olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 7.** ÇDRM<sub>4</sub> iklim parametrelerinin istatistiksel olarak hesaplanması

ÇDRM <sub>4</sub>	Katsayılar	Standart Hata	P değeri
Kesişim	1.51	1.11	0.19
$T_{min}$	0.27	0.12	0.04
$T_{max}$	-0.03	0.09	0.71

ÇDRM<sub>1</sub>, ÇDRM<sub>2</sub>, ÇDRM<sub>3</sub> ve ÇDRM<sub>4</sub> sonuçları, İzmir bölgesi için oluşturulan Suzan ve Gürgülü (2021)'ün çalışmasındaki üç modeliyle çalışmasıyla uyumlu çıkmıştır. Her iki çalışmada da, modellerdeki kesişimlerin standart hata miktarları, iklim parametrelerinin standart hata miktarlarından büyük çıkmıştır. P değerlerinde de benzer bir uyum gözlemlenmiştir.

Çoklu doğrusal regresyon modelleri ile hesaplanan ET<sub>0</sub> değerlerinin, CROPWAT'tan elde edilen ET<sub>0</sub> verilerinden olan sapma miktarlarını belirlemek amacıyla KOKH ve OMGH değerleri hesaplanmıştır. KOKH sonuçlarına göre, ÇDRM<sub>1</sub>, ÇDRM<sub>2</sub>, ÇDRM<sub>3</sub> ve ÇDRM<sub>4</sub> için sırasıyla 0.031, 0.030, 0.066 ve 0.272 değerleri elde edilmiştir. OMGH sonuçları ise ÇDRM<sub>1</sub> için 0.449, ÇDRM<sub>2</sub> için 0.432, ÇDRM<sub>3</sub> için 1.259 ve ÇDRM<sub>4</sub> için 4.986 değerlerine ulaşmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, iklim parametrelerinin sayısı arttıkça, ÇDRM'ler ile daha tutarlı referans evapotranspirasyon değerleri elde edilebilmektedir.

Araştırmada Temmuz ayının referans alınmasının temel sebebi, bu ayın uzun yıllar ortalamalarına göre Isparta'da referans evapotranspirasyonun en yüksek olduğu dönem olmasıdır. Bu durumun, modelleme doğruluğunu ve bölgenin karakteristik su tüketim özelliklerini daha net bir şekilde analiz etmeye olanak tanıyacağı öngörülmüştür. Haziran ve Ağustos aylarının değerlendirilmemesi ise çalışmanın odaklandığı spesifik analiz hedefleriyle ilişkilidir. Araştırmanın amacı, özellikle maksimum evapotranspirasyon değerlerinin modellenmesi olduğundan, bu döneme ağırlık verilmiştir. Ancak ilerleyen çalışmalarda, bu ayların da dahil edilerek mevsimsel trendlerin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması planlanmaktadır.

## SONUÇ

Son yıllarda küresel ısınmanın etkisi ile tehdit olarak karşımıza çıkan kuraklık hadisesi, ülkemizdeki kısıtlı su kaynağı koşulları ile birlikte özellikle tarım alanlarında daha da hissedilir bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Tarım alanlarında sulama uygulamaları yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bu durum kaynaklı olarak sulama projelerinin zamanın koşulları ile örtüşen ve gerçekçi bir şekilde uygulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ülkemiz koşullarında özellikle Temmuz ayında bitki su tüketim değerleri diğer aylara kıyasla belirgin bir şekilde arttığından, doğru bir sulama projesi ile Temmuz'da karşılanan bitki su

ihtiyacı, diğer aylarda da rahatlıkla karşılanabilir düzeye gelir. Aynı zamanda iklim verilerinin bazı kısımları çeşitli sebepler ile kaybolabilmekte veya iklim verilerinin kayıtları eksik olabilmektedir. Bu durumda bitkilerin su ihtiyacının belirlenmesinde yanlışlıklara sebep olabilmektedir. Sonuç olarak, sulama programlaması ve projelendirilmesi yapılırken iklim verilerine bağlı olarak kısa ya da uzun dönemlere ilişkin, bitkilerin yararlanabileceği su miktarlarının doğru tespit edilmesi dikkatle üzerinde durulması gereken bir konudur. Buradan yola çıkarak bu çalışmada, CROPWAT programından yararlanarak uzun yıllar için Temmuz ayının günlük ET<sub>0</sub> miktarları belirlenmiştir. CROPWAT'ın ürettiği ET<sub>0</sub> değerlerine göre çeşitli bağımsız değişkenlerin denendiği regresyon modelleri üretilmiştir. İstatistiksel anlamda ÇDRM<sub>1</sub>, ÇDRM<sub>2</sub> ve ÇDRM<sub>3</sub> modelleri anlamlı sonuç vermiştir. Özellikle ÇDRM<sub>3</sub>'te U<sub>2</sub> ve R<sub>H</sub> verileri kullanılmadan uzun yıllardaki Temmuz ayı için iyi sonuçlar alınması eksik ve kayıp veri olduğu durumlarda bu modelin yol göstermesi açısından anlamlıdır. Aynı zamanda yine yapılan analizler sonucunda iklim değişikliği ile birlikte Temmuz ayındaki ET<sub>0</sub> değerlerinin artış eğilimin de olduğunun da tespiti yapılmıştır. Bitki yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Isparta yöresinde diğer aylar için de gelecek çalışmalarda çoklu regresyon modellerinin oluşturulması planlanmaktadır. Böylece, eksik veri durumları değerlendirilerek planlanan gelecek çalışmalardan elde edilecek modeller ile hesaplanacak ET<sub>0</sub> değerleri, tüm sulama sezonu boyunca daha kapsamlı bir fikir oluşturmak için kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- Akgül A, Çevik O (2003) İstatistiksel Analiz Tek. SPSS'te İşletme Yönetimi Uygulaması, Emek Ofset, Ankara.
- Alexandris S, Kerkides, P and Liakatas A (2006) Daily Reference Evapotranspiration Estimates by the 'Copais' Approach, Agricultural Water Management 82: 371 -386.
- Anonim (2023a) Isparta (il) Bitki Örtüsü, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Isparta\\_\(il\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Isparta_(il)), (Erişim Tarihi: 25.02.2023).
- Anonim (2023b) Isparta Ekonomik Yapı, <https://isparta.ktb.gov.tr/TR-71027/ekonomik-yapi.html> (Erişim Tarihi: 26.02.2023).
- Atış A, Cemek B, Taşan M, Safi S (2015) Samsun İli için Bitki Su Tüketiminin Deterministik Modelle Belirlenmesi. 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 30 – October 3, 296 – 304, Konya.
- Azrak, M, Şaylan L (2019) İklim Değişikliğinin Türkiye'de, Trakya Bölgesinde, Referans Evapotranspirasyona Olan Etkilerinin Belirlenmesi, Toprak Su Dergisi Özel Sayı 77-85.

- Bayramoğlu E (2013) Trabzon İlinde İklim Değişikliğinin Mevsimsel Bitki Su Tüketimine Etkisi: Penman-Monteith Yöntemi, Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi 13(2):300 - 306.
- Benli B, Bruggeman A, Oweis T and Üstün H (2010) Performance of Penman-Monteith FAO56 in a Semiarid Highlan Environment, Journal of Irrigation and Drainage Engineering 136(11).
- Büyüköztürk Ş (2003) Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı, Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Çakmak B ve Gökalp Z (2011) İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4(1): 87 – 95.
- Gavilan P, Berengena J, Allen R G (2007) Measuring Versus Estimating Net Radiation and Soil Heat Flux Impact on Penman-Monteith Reference ET Estimates in Semiarid Regions, Agricultural Water Management, 89: 275-286.
- Güngör Y, Erözel Z, Yıldırım O (2012) Sulama, Ankara Üniversitesi Basımevi.
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assesment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bexand P.M. Midgley (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdoland New York, USA.
- İltir, C (2019) Excel ile İstatistik Veri Analizi, Seçkin Yayıncılık.
- Kanber R (2006) Sulama, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları: Yayın No: A-52, Adana.
- Karaca C, Büyüктаş D, Sönmez F K, Tekelioğlu B (2017) Kıyas Bitki Su Tüketiminin (ET<sub>0</sub>) Hesaplanması Amacıyla Kullanılan Bilgisayar Yazılımlarının Karşılaştırılması, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırması Dergisi, 6(1): 118 – 128.
- Kaya S (2011) Yarı-Kurak İklim Koşullarında Farklı Yöntemlerle Hesaplanan Referans Evapotranspirasyon Değerlerinin Karşılaştırılması, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 1(1): 58 – 90.
- Peker, F, Bayhan, H, Akkoyunlu A (2021) Global Gerçek Evapotranspirasyon (ET<sub>a</sub>) Haritalarından Arazi Kullanım Sınıflarına Ait ET<sub>a</sub> Kayıplarının Tahmini, European Journal of Engineering and Applied Sciences 4(1), 18 - 26.
- Pereira, L S, Allen, R G, Smith M, Raesda D R (2015) Crop Evapotranspiration with FAO56: Past and Futura, Agricultural Water Management, 147, 4 - 20.
- Razzaghi F, Sepaskhah A R (2011) Calibration and Validation of Four Common ET<sub>0</sub> Estimation Equations by Lysimeter Data in a Semiarid Environment, Archives of Agronomy and Soil Science 58(3): 303-319.
- Suzan U ve Gürgülü H (2021) Çoklu Doğrusal Regresyon Modelleri İle İzmir İçin Referans Bitki Su Tüketiminin Tahminlenmesi, 3rd International Conference on Food, Agriculture and Veterianary, 19-20 June, İzmir.
- Turan E S (2018) Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu, Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(1): 63 – 69.
- Türkeş M (2012) Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Şavaşım Sözleşmesi'nin Ayrıntılı bir Çözümlemesi, Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1): 7 – 55.
- Urrea R, Martin de Santa Olalla F, Moratalla A (2006) Testing Evapotranspiration Equations Using Lysimeter Observations in a Semiarid Climate, Agricultural Water Management, 85: 15-26.
- Usta S, Gencoglan S (2019) Estimation of Reference Evapotranspiration Using Multiple Linear Regression Models, International Journal of Scientific and Technological Research, 5(2): 5-19.
- Ünlükara, A (2021) Sulama Mühendisliği, Erciyes Üniversitesi (Basılmamış).
- Ünver Ö, Gamgam H (1999) Uygulamalı İstatistik Yöntemler, Siyasi Kitabevi, Ankara.
- Yıldırım, O (2013) Sulama Sistemlerinin Tasarımı, Ankara Üniversitesi Basımevi.





## Evaluating the Restorative Potential of Different Green Strategies in Streets

Saba AHMADINAZHAD VOSOUGH<sup>1</sup> , Melih BOZKURT<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, İstanbul, TURKIYE

**Abstract:** The contemporary urban lifestyle, marked by heightened stress levels, contributes to a global surge in mental health issues. Urban sidewalks, where daily interactions occur, offer potential respite, making the design of restorative urban streets crucial for enhancing mental well-being. While previous research acknowledges the restorative value of urban green spaces, there is a pressing need for new studies to identify effective green strategies for mental health promotion. This study focuses on identifying urban green spaces positively affecting mental health and assessing various green strategies from the pedestrian perspective. Using virtual reality (VR), participants evaluated 3D model urban scenes on mobile screens within VR glasses, featuring different sidewalk vegetation and building facades, resulting in 16 experimental conditions. Participants, including individuals from architectural and non-architectural backgrounds and undergraduate students and professionals, expressed unanimous preference for green areas on sidewalks and building facades. The most restorative model featured trees on sidewalks and open front yards on building facades. Additionally, a positive correlation emerged between "Restorative Potential" and Attention Restoration Theory (ART) components, shedding light on factors influencing urban green space preferences. In conclusion, this study provides valuable insights into designing urban green spaces for promoting mental well-being. Policymakers and planners can leverage this evidence to craft urban environments offering restorative benefits, enhancing residents' overall quality of life in cities worldwide.

**Keywords:** Urban Green Spaces, Attention Restoration Theory (ART), Perceived Restorativeness Scale (PRS), Urban Streets, Virtual Reality (VR)

### Sokaklarda Mekânı Oluşturan Farklı Yeşil Stratejilerin Onarıcı Potansiyelinin Değerlendirilmesi

**Öz:** Çağdaş kentsel yaşam tarzı, artan stres seviyeleri ile belirlenmiş olup, küresel ölçekte mental sağlık sorunlarında bir artışa katkıda bulunmaktadır. Günlük etkileşimlerin gerçekleştiği kentsel kaldırımlar, potansiyel bir dinlenme alanı sunarak, ruhsal iyi olma durumunu artırmak için restoratif kentsel sokakların tasarımını önemli kılar. Önceki araştırmalar, kentsel yeşil alanların restoratif değerini kabul etse de mental sağlık teşviğine yönelik etkili yeşil stratejileri belirlemek için yeni çalışmalara acil bir ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma, mental sağlığı olumlu etkileyen kentsel yeşil alanları belirleme ve yaya bakış açısından çeşitli yeşil stratejileri değerlendirme odaklıdır. Katılımcılar, sanal gerçeklik (VR) kullanarak, farklı kaldırım bitkilerini ve bina cephelerini içeren 3D model kentsel sahneleri mobil ekranlarda VR gözlükleri içinde değerlendirmiş ve 16 deneme koşulu oluşturmuştur. Mimarlık ve mimarlık dışı alanlardan ve lisans öğrencilerinden ve profesyonellerden oluşan katılımcılar, kaldırımlar ve bina cephelerindeki yeşil alanlara eğilim göstermiştir. En restoratif model, kaldırımlarda ağaçlar ve bina cephelerinde açık avlular içermektedir. Ayrıca, "Restoratif Potansiyel" ile Dikkat Restorasyon Teorisi (ART) bileşenleri arasında pozitif bir korelasyon ortaya çıktı, bu da kentsel yeşil alan tercihlerini etkileyen faktörlere ışık tutmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma, mental sağlığı teşvik etmek amacıyla kentsel yeşil alanların tasarımı konusunda değerli içgörüler sunmaktadır. Karar alıcılar ve planlamacılar, bu kanıtları kullanarak dünya genelinde şehir sakinlerinin genel yaşam kalitesini artıran restoratif faydalar sunan kentsel ortamlar oluşturabilirler.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Yeşil Alanlar, Dikkat Restorasyon Teorisi (ART), Algılanan Restoratiflik Ölçeği (PRS), Kentsel Sokaklar, Sanal Gerçeklik (VR)

### INTRODUCTION

Research indicates that interacting with natural areas, whether actively through activities like gardening or passively through observation, offers numerous health benefits such as disease prevention, blood pressure control, headache relief, and aiding addiction recovery (Keniger et al., 2013). Green spaces also aid in post-surgery recovery and enhance well-being (Pazhouhanfar & Kamal, 2014). Access to urban green spaces correlates with better population health and reduced health disparities (Mitchell & Popham, 2008). Engagement with nature reduces depression, anxiety, and stress while boosting happiness and life satisfaction (De Vries et al., 2003; MacKerron & Mourato, 2013; Ambrey et al., 2014). Regular contact with nature significantly enhances overall well-being (Signoretta et al., 2009; Shaftoe, 2012). As

urbanization increases, nature interaction becomes crucial for mitigating stressors like pollution and traffic (Van den Bosch et al., 2018). There exists an innate human connection with nature, promoting well-being and appreciation for surroundings (Signoretta et al., 2009). However, disruptions to this connection contribute to various health issues (Souter-Brown, 2014). Restorative environments aim to replenish energy, promote relaxation, and restore mental clarity by providing opportunities for breaks, facilitating rest,

\* **Corresponding Author:** [bozkurtmel@itu.edu.tr](mailto:bozkurtmel@itu.edu.tr)

This study is produced from the M.Sc. thesis

**The submitted date:** March 5, 2024

**The accepted date:** September 17, 2024

and reducing stress. Attention Restoration Theory (ART), developed by Kaplan and Kaplan, suggests that natural environments uniquely enhance cognitive function, particularly the capacity for sustained focus, and generally possess greater restorative potential compared to urban settings (Hartig et al., 2003; Kaplan and Kaplan, 1989).

### **Study background**

Thwaites et al. (2005) suggest that environments replenished with energy possess healing potential, historically utilized to confer restorative benefits, as acknowledged by the WHO (2017). Natural settings consistently enhance psychological well-being, fostering stress reduction and cognitive restoration (Hartig, 2007; Hartig et al., 2014). With global urbanization on the rise, the imperative for restorative environments becomes increasingly urgent (United Nations, 2018). Urban inhabitants enduring perpetual mental fatigue require access to restorative environments for cognitive rejuvenation (Kaplan and Kaplan, 1989). Prolonged absence of restoration detrimentally affects performance and well-being (Hartig et al., 2011), positioning contact with green spaces as a public health priority (De Vries et al., 2003).

Scientific research validates stress reduction and attention restoration in natural settings (Ulrich et al., 1991; Tennesen and Cimprich, 1995; Staats et al., 2003). Constructed settings are deemed less restorative than natural ones (Korpela and Hartig, 1996; Purcell et al., 2001; Staats et al., 2003), underscoring the significance of urban nature for restoration (Staats et al., 2003; Hartig and Staats, 2006). Natural landscapes are preferred and considered more restorative due to their intrinsic qualities (Shaftoe, 2012; Purcell et al., 2001; Hartig and Staats, 2006). Furthermore, exposure to natural surroundings or constructed environments with natural elements better facilitates restoration (Song et al., 2014; Wang et al., 2016), fostering joy and mitigating anger (Hartig et al., 2003).

Attention Restoration Theory (ART) underscores the restorative potential of natural environments, characterized by four components: 1. Fascination: Natural environments elicit effortless attention, thereby providing respite from the cognitive demands of directed attention and mitigating mental fatigue. 2. Being Away: Psychological or physical separation from routine activities and stressors facilitates mental rejuvenation. 3. Extent: Environments that are sufficiently rich and coherent promote a sense of exploration and connectedness, thereby enhancing the restorative experience. 4. Compatibility: The alignment of the environment with an individual's needs and preferences fosters a sense of belonging and comfort (Kaplan and Kaplan, 1989; Hartig et al., 1996). Green spaces in urban locales are pivotal for restoration amidst urbanization (James et al., 2009; Nielsen and Hansen, 2007; WHO, 2017), with smaller

green areas increasingly acknowledged as essential for restoration (Thwaites et al., 2005). Vegetation, particularly trees, lining urban streets, enhances calmness and quality of life (Lohr et al., 2004; Schroeder et al., 2006), with tree-lined streets preferred over those devoid of greenery (Getz et al., 1982; Sommer et al., 1990; Wolf, 2009). Components such as shrubs and flowers also contribute to the restoration of urban streets (Todorova et al., 2004).

### **MATERIAL and METHOD**

#### **Aims and Objectives**

This study aims to assess pedestrians' preferences for green areas in urban streets, determine the restorative potential of various green strategies, and investigate their effects based on the Perceived Restorativeness Scale (PRS) derived from Attention Restoration Theory (ART). The objectives are to identify pedestrian preferences for green areas, understand the restorative potential of different green strategies in urban streets, determine the most effective green strategy, and explore their restorative properties and relationships. The research utilizes virtual models to examine relationships between driveways, green spaces, sidewalks, gardens, and building facades in diverse street sections, considering various urban street characteristics.

#### **Virtual Reality (VR) technology in restorative perception**

The application of virtual reality (VR) in environmental perception assessments represents a notable advancement in the analysis of landscapes. VR methods provide users with a realistic or simulated environment, enabling them to experience a sense of telepresence and interact with the environment in real time (Mineev, 2017). This technology facilitates dynamic interaction with landscapes, offering a distinct advantage over traditional methods that utilize static images (Bishop et al., 2001). Social scientists have increasingly utilized various data collection tools to study people's perceptions and behaviors concerning built environments and natural settings. These tools have evolved from static photography to dynamic media, interactive walkthroughs, and immersive virtual simulations (Ewing and Cervero, 2010; Stamps, 2010). VR technology enhances users' sense of presence and provides objective perspectives, enabling unrestricted exploration and assessment of restorative benefits (Mineev, 2017). High-performance graphics facilitate the creation of realistic virtual urban environments, allowing manipulation of design factors and control of variables (Rohrmann and Bishop, 2002). However, the reliability and validity of VR methods come with certain limitations. While VR can more accurately replicate settings compared to static images, the synthetic sensory input used may not fully capture the complexities of real-life experiences (Blascovich et al., 2002). Additionally, the controlled nature of VR environments can influence user behavior and perceptions in ways that may differ from

natural settings (Welch et al., 1996). Despite these limitations, VR's potential for offering contextual information and new avenues for landscape perception research makes it a valuable tool for researchers (Smith, 2015). This study employs a VR-supported system to positively influence participants' affective states and attention restoration, utilizing an inexpensive and user-friendly mobile VR device to ensure usability.

### Study Design

After receiving approval from the Social and Human Sciences Human Research Ethics Committee at Istanbul Technical University, participants were recruited from four distinct groups: 20 undergraduate architecture students, 10 professional architects, 10 undergraduate students from other disciplines, and 10 professionals from other disciplines. In total 50 participants were recruited. These groups were selected to investigate whether there exists a heightened awareness and preference for restorative models among professionals and students in architectural and other disciplines, and to ascertain any innate human inclination toward green environments, even subconsciously. Additionally, the study aimed to assess the impact of architectural education on these preferences. They were informed about the study and invited to participate in a 30-minute survey on environmental perception, without any monetary incentives offered. This study was conducted with a total of 50 participants, as it included prolonged and intense visual stimuli, surpassing the statistical minimum number of participants and ensuring an equal distribution between students and professionals.

Prior to the experiment, participants were instructed to carefully read all guidelines. Detailed instructions were provided, and scenes were presented on a 6.4-inch phone screen integrated into Virtual Reality (VR) glasses. To create three-dimensional visualizations, a freely accessible virtual environment was used, developed in SketchUp and Unity. Ground-level perspectives were employed to depict scenarios, capturing the impression of traversing paths (Figure 1). The limitation of employing this methodology in our study is that only visual stimuli were presented to the participants, who responded to the questions without taking other senses into account.

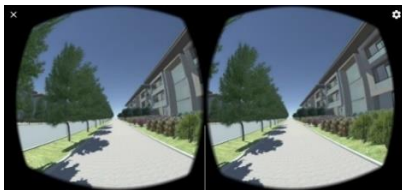


Figure 1. A scene from a virtual reality environment on a 6.4-inch phone screen

Figure 2 displays 16 experimental conditions of the same environment design, each showcasing a distinct green strategy (4 Facade types × 4 Sidewalk vegetation types). According to previous research, integrating green strategies

such as trees and understory vegetation in urban settings offers numerous benefits (Lohr et al., 2004; Schroeder et al., 2006; Getz et al., 1982; Sommer et al., 1990; Wolf, 2009; Todorova et al., 2004). Based on these findings, the chosen scenes for evaluation in this study represent four different types of vegetation on sidewalks: 1) trees, 2) shrubs, 3) grass, and 4) no vegetation, as well as four different facade types: 1) open front yards, 2) hedge vegetation, 3) green walls, and 4) solid walls.

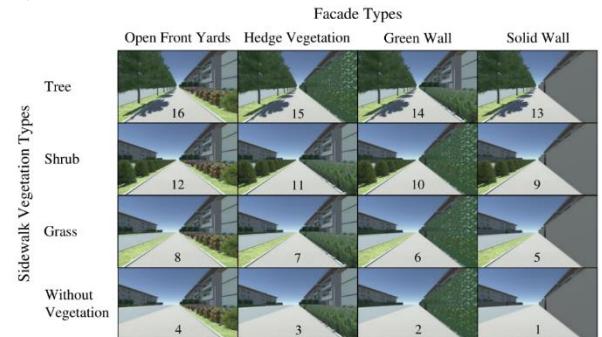


Figure 2. 16 Experimental conditions with different green strategies implemented (4 Facade types × 4 Sidewalk vegetation types)

### Questionnaire design

The questionnaire is organized as follows:

- Section 1: Gathering socio-demographic data.
- Section 2: Two questions on preference for viewing green areas in 16 scenes based on given scenarios.
- Section 3: Rating the restorative potential of selected scenes from the previous section using a restorative environment concept question.
- Section 4: Assessing the restorative properties of the selected scene through seven questions based on the Perceived Restorativeness Scale (PRS), focusing on Attention Restoration Theory (ART) components: Fascination, Being away, Extent, and Compatibility, along with restorative potential items.

### Procedure of questionnaires

Participants, opting to participate voluntarily, followed these steps after providing socio-demographic data:

Firstly, participants were briefed about the 3D environment they would encounter. Before starting the experiment, they were presented with a scenario to maintain consistency and relevance in assessment (Hartig et al., 1997; Staats et al., 2003). Participants imagined themselves taking a leisurely stroll after a mentally taxing day, setting the context for the evaluation.

In the initial step, participants virtually walked through street models with different green space strategies, indicating their preference for green areas between driveways and sidewalks, and between building facades and sidewalks, based on the provided scenario. Undesirable strategies were eliminated based on their responses. If multiple models remained, participants proceeded to the

next step; otherwise, they skipped to the third stage (Figure 3).

In the subsequent step, participants were briefed on restorative environments and their benefits (Hartig, 2007; Hartig et al., 2014; WHO, 2017). They then evaluated the remaining street sections, rating their restorative qualities on a 10-point Likert scale.

Lastly, participants walked through the street model with the highest score from the previous step and answered survey questions based on factors outlined in Table 1, using the Perceived Restorativeness Scale (PRS), which is based on Attention Restoration Theory (ART) components: Fascination, Being away, Extent, and Compatibility, along with two items representing restorative potential, rated on a five-point Likert scale. The goal was to analyze the restorative properties and their relationship with the most restorative green strategy from the previous step.

**Data analysis**

After survey completion, data underwent digitization and coding, analyzed using IBM SPSS Statistics 26. Data coding preceded transfer to aid statistical calculations.

In the third section, descriptive statistics compared means and standard deviations of preferred model scores, assessing restorative potentials of different green strategies. The final section employed descriptive statistics to compare means and standard deviations of scores for seven questions. Additionally, a T-test determined correlation significance. Means of scores for five evaluation factors based on the highest-scoring model were compared. Pearson correlation analyzed relationships between restorative properties of the selected model. A significance level of  $\alpha \leq 0.05$  was utilized.

**Research Ethics**

Ethical permissions were secured for this study, ensuring voluntary participation. Participants had autonomy to decide without external influence and could withdraw at any time without consequences. Information in the consent form was available for clarification before participation.

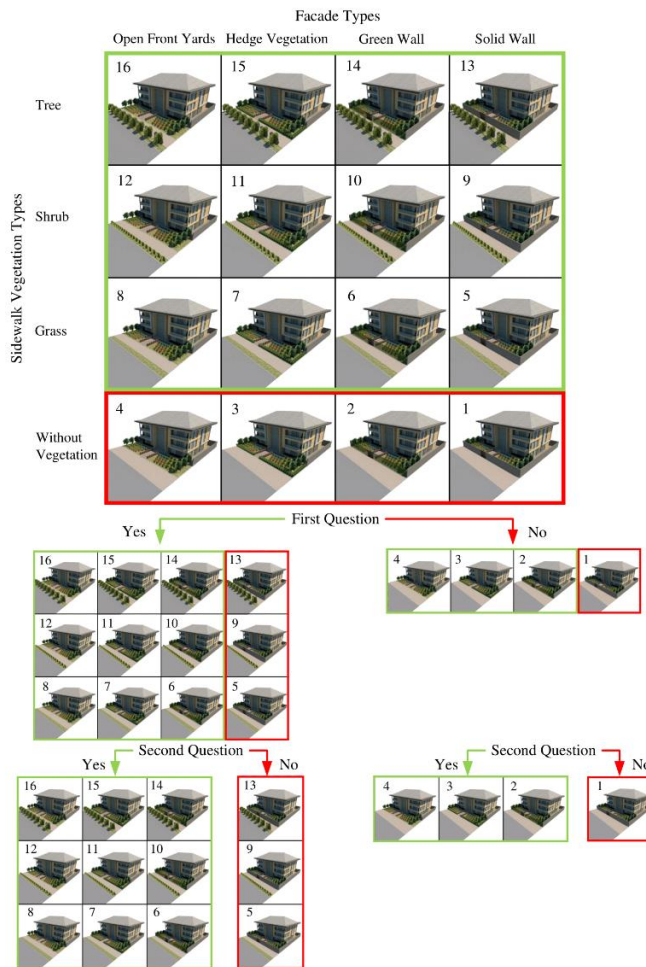


Figure 3. Four different possible situations after answering the two general questions in the first step

Table 1. Evaluation factors, utilizing the PRS, are categorized according to their intended subscale designations from ART, with the inclusion of items related to restorative potential (Kaplan and Kaplan, 1989; Kaplan, 1995; Hartig et al.,1996; Korpela and Hartig 1996; Bodin and Hartig, 2003; Herzog et al., 2003)

Evaluation factors	
Fascination	1. Encourages people to spend more time exploring the place, discovering its nuances, and becoming more familiar with it.
Being away	2. Offers a respite from people's daily routines and helps them feel distant from their everyday thoughts and worries.
Extent	3. Mentally engages people, immersing them in the environment and preventing them from thinking about anything else.
Compatibility	4. Induces a sense of relaxation, comfort, and a feeling of belonging and unity with the place. 5. Provides enjoyment for people.
Restorative Potential	6. Facilitates mental restoration by allowing individuals to escape from life's stressors. 7. Grants people the ability to rest, recuperate, and focus on their surroundings.

**RESULTS and DISCUSSION**

**User Characteristics**

Section 1 collects socio-demographic data to understand participant characteristics. Out of 50 participants, slightly more were female (52%) than male (48%), aged 18-35. The 18-25 age group had the highest participation (60% vs. 40% for 26-35). Undergraduate architecture students had the highest participation (40%), followed by undergraduates from other fields (20%), and professionals from both architectural and other fields (20% each) (Table 2).

**Green Space Preference**

To assess pedestrian preferences for green areas in urban streets, participants answered two questions about their preference for green spaces in 16 scenes. All 50 participants preferred green areas between driveways and pavements, as well as between building facades and pavements. Consequently, nine models with green areas on both sides of sidewalks (Models 16, 15, 14, 12, 11, 10, 8, 7, and 6) were favored, leading to the elimination of the remaining models (Figure 3).

**Restorative Potential of Different Green Strategies**

This section examines the restorative potential of various green strategies in streets. Participants rated nine preferred environments on a scale of 1 to 10, considering their restorative qualities. The aim was to understand the restorative potential of different environments. Among the

nine models, only five (Models 16, 15, 14, 12, and 11) received a top score of 10. Model 16, featuring a tree-lined street design with open front yards, was preferred by 64% of participants, followed by Model 12 (18%), Model 15 (10%), and Models 14 and 11 (4% each). Model 16 also had the highest mean rating, followed by Models 12 and 15 (Table 3).

Comparing ratings based on employment and education status revealed that most participants favored Model 16, particularly among professionals in the architectural discipline. 80% of architectural professionals and 75% of architectural undergraduate students preferred this model, compared to 50% of professionals and 40% of undergraduate students from other fields (Table 4).

Table 2. Descriptives of study populations.

Factors		N	Percent
Gender	Women:	26	52%
	Men:	24	48%
Age Groups	18-25:	30	60%
	26-35:	20	40%
Employment and Education Status	Undergraduate students from other disciplines:	10	20%
	Professionals from other disciplines:	20	40%
	Undergraduate students from the architectural discipline:	10	20%
	Professionals from the architectural discipline:	10	20%
Total		50	100%

Table 3. Descriptive statistics results and score ratings of nine models

Score	Model 16		Model 15		Model 14		Model 12		Model 11		Model 10		Model 8		Model 7		Model 6	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent
1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	3	6%	13	26%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	6%	4	8%	6	12%	15	30%
3	0	0%	0	0%	5	10%	0	0%	1	2%	4	8%	9	18%	14	28%	15	30%
4	0	0%	2	4%	3	6%	0	0%	2	4%	5	10%	13	26%	14	28%	6	12%
5	1	2%	0	0%	8	16%	2	4%	5	10%	19	38%	9	18%	8	16%	1	2%
6	0	0%	4	8%	7	14%	5	10%	15	30%	12	24%	6	12%	4	8%	0	0%
7	2	4%	5	10%	17	34%	7	14%	12	24%	6	12%	5	10%	1	2%	0	0%
8	3	6%	14	28%	6	12%	13	26%	9	18%	0	0%	4	8%	0	0%	0	0%
9	12	24%	20	40%	2	4%	14	28%	4	8%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
10	32	64%	5	10%	2	4%	9	18%	2	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%
Mean	9.42		8.18		6.28		8.18		6.76		4.96		4.7		3.68		2.34	
Std. Deviation	1.012		1.366		1.762		1.38		1.492		1.428		1.705		1.377		1.062	

Table 4. Score ratings of five models generally, and also based on participant’s employment and education status

Model Number	Undergraduate students from other disciplines		Professionals from other disciplines (Employees or Graduate students)		Undergraduate students from the architectural discipline		Professionals from the architectural discipline (Employees or Graduate students)		General	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent	N	Percent
16	4	40%	5	50%	15	75%	8	80%	32	64%
15	0	0%	3	30%	1	5%	1	10%	5	10%
14	2	20%	0	0%	0	0%	0	0%	2	4%
12	3	30%	2	20%	3	15%	1	10%	9	18%
11	1	10%	0	0%	1	5%	0	0%	2	4%
Total	10		10		20		10		50	

Table 5. Descriptive statistics and one sample T-Test results of seven questions based on five evaluation factors about model 16

Evaluation factors	Question Number	N	Mean	Std. Deviation	t	Sig. (2-tailed)
						Test Value = 3
<b>Fascination</b>	1	32	4.22	4.22	0.706	9.760
<b>Being away</b>	2	32	3.66	3.66	1.066	3.483
<b>Extent</b>	3	32	3.50	3.50	0.842	3.357
<b>Compatibility</b>	4	32	3.69	3.72	1.030	3.777
	5	32	3.75		1.218	3.483
<b>Restorative Potential</b>	6	32	3.66	3.735	0.827	4.487
	7	32	3.81		0.780	5.890

Table 6. Bivariate Pearson correlation results of five evaluation factors

Evaluation factors		Fascination	Being away	Extent	Compatibility	Restorative Potential
<b>Fascination</b>	Pearson Correlation	1	.232	.244	.440*	.549**
	Sig. (2-tailed)		.202	.178	.012	.001
	N	32	32	32	32	32
<b>Being away</b>	Pearson Correlation	.232	1	.521**	.443*	.482**
	Sig. (2-tailed)	.202		.002	.011	.005
	N	32	32	32	32	32
<b>Extent</b>	Pearson Correlation	.244	.521**	1	.351*	.454**
	Sig. (2-tailed)	.178	.002		.049	.009
	N	32	32	32	32	32
<b>Compatibility</b>	Pearson Correlation	.440*	.443*	.351*	1	.666**
	Sig. (2-tailed)	.012	.011	.049		.000
	N	32	32	32	32	32
<b>Restorative Potential</b>	Pearson Correlation	.549**	.482**	.454**	.666**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.005	.009	.000	
	N	32	32	32	32	32

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

### Relationship between restorative properties

To analyze the restorative properties and their relationship with the most restorative green strategy for urban streets, we examined the properties of Model 16, which received the highest ratings in the previous section.

This section includes questions from the Perceived Restorativeness Scale (PRS) and questions based on Attention Restoration Theory (ART) components. Participants rated Model 16 on seven questions related to restorative properties.

Question 1 obtained the highest mean score, followed by questions 7, 5, 4, 2, and 6. Descriptive statistics comparing the means of the five evaluation factors' scores for Model 16 showed that Fascination had the highest mean, followed by Restorative Potential, Compatibility, Being Away, and Extent (Table 5).

Using Pearson correlation, we found positive relationships between Restorative Potential and Fascination, Being Away, Extent, and Compatibility. Fascination and Compatibility were strongly correlated, as were Being Away and Extent. Being Away also correlated strongly with Compatibility, and Extent had a moderate correlation with Compatibility. These correlations were statistically significant ( $p < 0.05$ ). However, there was no significant connection between Fascination and Being Away or Extent (Table 6).

### Discussion

Prior research underscores the necessity of enhancing urban environments for better well-being. This study delved into elements augmenting the restorative potential of city streets.

Participants consistently favored green areas between driveways and pavements, as well as between building facades and pavements, aligning with prior research (Staats et al., 2003; Hartig and Staats, 2006; Signoretta et al., 2009; Shaftoe, 2012).

Secondly, participants evaluated green strategies in streets, with tree and shrub elements receiving top scores, echoing past studies (Getz et al., 1982; Sommer et al., 1990; Todorova et al., 2004; Wolf, 2004; Wolf, 2009). Designs featuring tree-lined streets and vibrant flower plantings beneath trees garnered the most favor.

Professionals and students from various disciplines were surveyed, revealing a preference for tree-lined streets among architectural professionals and students, indicating heightened awareness of restorative potential in architectural fields (Keller et al., 2011). This underscores an innate human inclination toward green environments, even subconsciously (Signoretta et al., 2009; Shaftoe, 2012).

Analysis of restorative properties showed strong endorsement of "Fascination" items and lower endorsement of "Extent" items, indicating the selected model's potential

for exploration but less effectiveness in mental distraction (Kaplan and Kaplan, 1989; Kaplan, 1995; Hartig et al., 1996; Korpela and Hartig, 1996; Bodin and Hartig, 2003; Herzog et al., 2003).

Furthermore, a positive relationship was observed between "Restorative potential" and all other components, suggesting areas with higher restorative potential exhibit higher levels of Fascination, Being away, Extent, and Compatibility. Higher "Being away" levels were associated with greater "Extent", and higher "Compatibility" scores correlated with higher levels of "Fascination", "Being away", and "Extent". However, no significant connection was found between "Fascination" and "Being away" or "Extent"

### CONCLUSION

This study assesses the restorative potential of urban sidewalks, providing insights for architects, urban designers, and landscape architects. Utilizing virtual reality (VR) techniques, it offers a novel approach to visualize streets, surpassing traditional methods like images and videos. Implementing 16 different models with varied green strategies expanded understanding of how these strategies influence perceptions and preferences.

Recommendations for local governments include incorporating green bands between roads and pavements, utilizing trees where space allows, and opting for unfenced front yards to enhance restorative qualities. Future urban designs could benefit from incorporating these features to encourage exploration and familiarity.

However, limitations such as the use of only visual stimuli, the absence of soundscapes and limited number of participants suggest avenues for further research. Incorporating roadway background noise and employing additional modalities like EEG data could provide more objective outcomes. Future studies could also explore how prior knowledge of the region affects perceptions and assess the impact of different types of vegetation on restorative potential.

### ACKNOWLEDGEMENT

This study is based on data from the master's thesis of Saba Ahmadinazhad Vosough.

### REFERENCES

- Ambrey C L, Fleming C M, Manning M (2014) Greenspace and life satisfaction: The moderating role of fear of crime in the neighbourhood. In Anzee Conference. Opportunities for the Critical Decade: Enhancing well-being within Planetary Boundaries. Canberra, Australia, University of Canberra (pp. 89-108).
- Blascovich J, Loomis J, Beall A C, Swinth K R, Hoyt, C L, Bailenson, J N (2002) Immersive virtual environment technology as a methodological tool inquiry. 13(2), 103-124.



- Bishop I D, Wherrett J R, Miller D R (2001) Assessment of path choices on a country walk using a virtual environment. *Landscape and urban planning*, 52(4), 225-237.
- Bodin M, Hartig T (2003) Does the outdoor environment matter for psychological restoration gained through running?. *Psychology of sport and exercise*, 4(2), 141-153.
- De Vries S, Verheij R A, Groenewegen, P P, Spreeuwenberg P (2003) Natural environments—healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environment and planning A*, 35(10), 1717-1731.
- Ewing R, Cervero R (2010) Travel and the built environment: A meta-analysis. *Journal of the American planning association*, 76(3), 265-294.
- Getz D A, Karow A, Kielbaso J J (1982) Inner city preferences for trees and urban forestry programs [Detroit, Michigan]. *Journal of Arboriculture*.
- Hartig T (2007) Three steps to understanding restorative environments as health resources. In *Open space: People space* (pp. 183-200). Taylor & Francis.
- Hartig T, Staats H (2006) The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *Journal of environmental psychology*, 26(3), 215-226.
- Hartig T, Berg A E, Hagerhall C M, Tomalak M, Bauer N, Hansmann R, Waaseth G (2011) Health benefits of nature experience: Psychological, social and cultural processes. In *Forests, trees and human health* (pp. 127-168). Springer, Dordrecht.
- Hartig T, Evans G W, Jamner L D, Davis D S, Gärling T (2003) Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of environmental psychology*, 23(2), 109-123.
- Hartig T, Korpela K M, Evans G W, Gärling T (1996) Validation of a measure of perceived environmental restorativeness (Göteborg Psychological Reports, 26: 7). Göteborg, Sweden: Department of Psychology, Göteborg University.
- Hartig T, Korpela K, Evans G W, Gärling T (1997) A measure of restorative quality in environments. *Scandinavian housing and planning research*, 14(4), 175-194.
- Hartig T, Mitchell R, De Vries S, Frumkin H (2014) Nature and health. *Annual review of public health*, 35, 207-228.
- Herzog T R, Maguire P, Nebel M B (2003) Assessing the restorative components of environments. *Journal of environmental psychology*, 23(2), 159-170.
- James P, Tzoulas K, Adams M D, Barber A, Box J, Breuste J, Thompson C W (2009) Towards an integrated understanding of green space in the European built environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 8(2), 65-75.
- Kaplan R, Kaplan S (1989) *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge university press.
- Kaplan S (1995) The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
- Keniger L E, Gaston K J, Irvine K N, Fuller R A (2013) What are the benefits of interacting with nature?. *International journal of environmental research and public health*, 10(3), 913-935.
- Korpela K, Hartig T (1996) Restorative qualities of favorite places. *Journal of environmental psychology*, 16(3), 221-233.
- Lohr V I, Pearson-Mims C H, Tarnai J, Dillman D A (2004) How urban residents rate and rank the benefits and problems associated with trees in cities. *Journal of Arboriculture*, 30(1), 28-35.
- MacKerron G, Mourato S (2013) Happiness is greater in natural environments. *Global environmental change*, 23(5), 992-1000.
- Mineev G (2017) *The impact of immersive virtual reality on effectiveness of educational games* (Master's thesis).
- Mitchell R, Popham F (2008) Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. *The lancet*, 372(9650), 1655-1660.
- Nielsen T S, Hansen K B (2007) Do green areas affect health? Results from a Danish survey on the use of green areas and health indicators. *Health & place*, 13(4), 839-850.
- Pazhouhanfar M, Kamal M (2014) Effect of predictors of visual preference as characteristics of urban natural landscapes in increasing perceived restorative potential. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(1), 145-151.
- Purcell T, Peron E, Berto R (2001) Why do preferences differ between scene types?. *Environment and behavior*, 33(1), 93-106.
- Rohrmann B, Bishop I (2002) Subjective responses to computer simulations of urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 22(4), 319-331.
- Schroeder H, Flannigan J, Coles R (2006) Residents' attitudes toward street trees in the UK and US communities. *Arboriculture and Urban Forestry*, 32(5), 236.
- Shaftoe H (2012) *Convivial urban spaces: Creating effective public places*. Routledge.
- Signoretta P, Moughtin K M, Moughtin J C (2009) *Urban design: health and the therapeutic environment*. Routledge.
- Smith J W (2015) Immersive virtual environment technology to supplement environmental perception, preference and behavior research: a review with applications. *International journal of environmental research and public health*, 12(9), 11486-11505.

- Sommer R, Guenther H, Barker P A (1990) Surveying householder response to street trees. *Landscape Journal*, 9(2), 79-85.
- Song C, Ikei H, Igarashi M, Miwa M, Takagaki M, Miyazaki Y (2014) Physiological and psychological responses of young males during spring-time walks in urban parks. *Journal of physiological anthropology*, 33(1), 1-7.
- Souter-Brown G (2014) *Landscape and urban design for health and well-being: using healing, sensory and therapeutic gardens*. Routledge.
- Staats H, Kieviet A, Hartig T (2003) Where to recover from attentional fatigue: An expectancy-value analysis of environmental preference. *Journal of environmental psychology*, 23(2), 147-157.
- Stamps III A E (2010) Use of static and dynamic media to simulate environments: A meta-analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 111(2), 355-364.
- Tennessen C M, Cimprich B (1995) Views to nature: Effects on attention. *Journal of environmental psychology*, 15(1), 77-85.
- Thwaites K, Helleur E, Simkins I M (2005) Restorative urban open space: Exploring the spatial configuration of human emotional fulfilment in urban open space. *Landscape research*, 30(4), 525-547.
- Todorova A, Asakawa S, Aikoh T (2004) Preferences for and attitudes towards street flowers and trees in Sapporo, Japan. *Landscape and urban planning*, 69(4), 403-416.
- United Nations (2018) *Urban and rural population growth and world urbanization prospects. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*.
- Ulrich R S, Simons R F, Losito B D, Fiorito E, Miles M A, Zelson M (1991) Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11(3), 201-230.
- Van den Bosch M, Ward Thompson C, Grahn P (2018) Preventing stress and promoting mental health. *Nature and Public Health. The Role of Nature in Improving the Health of a Population*, 108-115.
- Wang X, Rodiek S, Wu C, Chen Y, Li Y (2016) Stress recovery and restorative effects of viewing different urban park scenes in Shanghai, China. *Urban forestry & urban greening*, 15, 112-122.
- Welch R B, Blackmon T T, Liu A, Mellers, B A, Stark L W (1996) The effects of pictorial realism, delay of visual feedback, and observer interactivity on the subjective sense of presence. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*. 5(3), 263-273.
- WHO T (2017) *Urban green spaces: a brief for action*. World Health Organization.
- Wolf K L (2004) Nature in the retail environment: Comparing consumer and business response to urban forest conditions. *Landscape Journal*, 23(1), 40-51.
- Wolf K L (2009) Strip malls, city trees, and community values. *Arboriculture and Urban Forestry*. 35 (1): 33-40., 35(1), 33-40.



# Fuyu (*Diospyros kaki* L.) Çeşidi Trabzon Hurmasının Glutensiz Kek Üretiminde Şeker İkamesi Olarak Kullanımı

Nazlıcan YEŞİLKANAT<sup>1</sup> , Bilge TAŞKIN<sup>2\*</sup> , Nazlı SAVLAK<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 45140, Muradiye, Manisa, Türkiye,

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Rektörlük, Teknoloji Transfer Ofisi, Uluyazı Kampüsü, 18100, Merkez, Çankırı, Türkiye

**Öz:** Glutensiz ürünlerin besleyici nitelikleri, çölyak hastalarının diyet çeşitliliği için kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, glutensiz kek formülasyonunda şekerin Fuyu çeşidi Trabzon hurması tozu ile kısmi ikamesinin (%0-%80) keklerin fiziksel, kimyasal, dokusal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmaktadır. Çekirdekleri çıkarılıp temizlenen hurmaların kurutulması ve öğütülmesiyle hurma tozu elde edilmiştir. Formülasyonundaki şekerin farklı oranlarda hurma tozu (%0, %20, %40, %60 ve %80) ile ikame edilmesiyle üretilen glutensiz keklerin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, doku profilleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. %20 ve %40 ikame oranlarında spesifik hacim ve yoğunluk bakımından kontrol kekine benzer kekler elde edilmiştir. Trabzon hurması ikame oranı arttıkça örneklerin kül, diyet lifi, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite miktarı artış göstermiştir. %20 ve %40 oranlarında ikame edilen kekler duyuşal özellikler (koku, renk, sertlik, lezzet, genel beğeni) bakımından kontrolden farklılık göstermezken %60 ve %80 ikame oranlarında genel beğeni ve diğer duyuşal özelliklerine ait puanlar azalmıştır. Rafine şekerin %40 oranına kadar Trabzon hurması ile ikame edilmesi duyuşal açıdan kabul edilebilir ve biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş pirinç unlu kekler elde edilmesini sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Trabzon hurması, fonksiyonel gıda, glutensiz

**Use of Fuyu (*Diospyros kaki* L.) Persimmon as a Sugar Substitute in Gluten-Free Cake Production**

**Abstract:** Nutritional qualities of gluten-free products are critical for dietary diversity in individuals with celiac disease. This study aims to investigate the effects of partial substitution of sugar with Fuyu variety persimmon powder (0-80%) on the physical, chemical, textural and sensory properties of cakes in gluten-free cake formulation. Persimmon powder was obtained after drying and grinding the persimmon whose seeds were removed and cleaned. Physical, chemical, texture profile, and sensorial properties of gluten-free cakes produced by replacing sugar with persimmon powder in different amounts (0%, 20%, 40%, 60%, and 80%) were determined. At 20% and 40% persimmon substitution rates, cakes similar to the control cake were obtained in terms of specific volume and density. As the substitution rate increased, the amount of ash, dietary fiber, total phenolic substance and antioxidant activity of the samples increased. While cakes substituted at 20% and 40% did not differ from the control in terms of sensory properties (odor, color, hardness, taste, overall acceptance), overall acceptance and other sensorial properties scores decreased at 60% and 80% substitution rates. This study revealed that substituting up to 40% of refined sugar with persimmon yielded rice flour cakes that were sensorially acceptable and enriched with bioactive components.

**Keywords:** Antioxidant, persimmon, functional food, gluten-free

## GİRİŞ

Trabzon hurması ya da Japon hurması olarak bilinen meyve iyi bir antioksidan, karotenoid ve polifenol kaynağıdır (Giordani ve ark., 2011). Meyve içerdiği askorbik asit, vitamin A, vitamin E, fenolik, flavonoid ve antioksidan bileşiklere ilave olarak, yüksek karbonhidrat, tanen ve diyet lifi içermesi nedeniyle fonksiyonel ürünler arasında önemli bir yere sahiptir (Doymaz, 2012, Aksu Uslu, 2023). Türkiye'de Trabzon hurmasının uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen, yerel olarak yetiştirilen bu meyvenin besinsel potansiyelinin ortaya çıkarılmasına ve kullanım alternatiflerinin artırılmasına ihtiyaç vardır (Özkan, 2013).

Trabzon hurmasının yüksek şeker içeriğinin yanı sıra biyoaktif bileşenlere de sahip olduğu bilinmektedir. Şeker içeriği (9.5-21.0 g/100 g) türe, iklim koşullarına ve olgunluğa bağlı olarak değişmektedir ve genel olarak elma, şeftali, armut ve portakal gibi yaygın olarak tüketilen diğer meyvelere göre

daha yüksektir (Piretti, 1991; Giordani ve ark., 2011). Literatürde Trabzon hurmasının gıdaların zenginleştirilmesinde kullanımına yönelik çalışmalar sınırlıdır. Dipti ve ark. (2023) yağ ikame maddesi olarak Trabzon Hurması sosunu kullanarak az yağlı kek geliştirmişlerdir. Hosseinejad ve ark. (2022) mısır ununu hurma meyvesi unu ile ikame ederek (%10-30) karoten içeriği ve antioksidan aktivitesi artırılmış glutensiz kek elde etmişlerdir. Abdallah ve ark. (2017), şeker çözeltisini %33.3 - %83.3 arasında hurma püresi ile ikame etmiş ve %33.3 ikame oranında duyuşal olarak kabul edilebilir kekler elde edildiğini bildirmiştir. Hong ve Kim (2005), hurma ezmesi ikamesinin

\*Sorumlu Yazar: bilgetaskin@karatekin.edu.tr

Geliş Tarihi: 16 Nisan 2024

Kabul Tarihi: 31 Temmuz 2024

Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür.

(%0-20) pirinç unu kullanılarak üretilen keklerinin kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmış ve duyuşsal olarak kabul edilebilir kekler elde etmiştir. Diğer çalışmalar arasında Trabzon hurmasının dondurma (Karaman ve ark., 2014) ve yoğurtta (Arslan ve Bayrakçı, 2016) kullanımı yer almaktadır. Meyve günlük beslenmeyle alınan şeker miktarının azaltılmasına yardımcı olabilecek bir bileşen olma potansiyeline sahiptir. Yapılan literatür araştırmasında Trabzon hurmasının gerek glutensiz ürünlerde gerekse şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmaların oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle planlanan çalışmanın fonksiyonel ürünler alanında literatüre yeni veriler sağlayacağı düşünülmektedir. Yazarların önceki çalışmasında (Yeşilkanat ve Savlak, 2021), Hachiya çeşidi Trabzon hurması tozunun glutensiz kek üretiminde kullanımı değerlendirilmiş olup mevcut çalışmada ilk kez Fuyu çeşidi (*Diospyros kaki L.*) Trabzon hurması tozunun glutensiz keklerde şeker ikamesi olarak kullanımı incelenmiştir. Çalışmada, besin değeri ve antioksidan içeriği yüksek Fuyu çeşidi (*Diospyros kaki L.*) Trabzon hurması şeker ikamesi olarak farklı oranlarda kullanılmış ve geliştirilen pirinç unlu glutensiz keklerin fiziksel, kimyasal, dokusal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

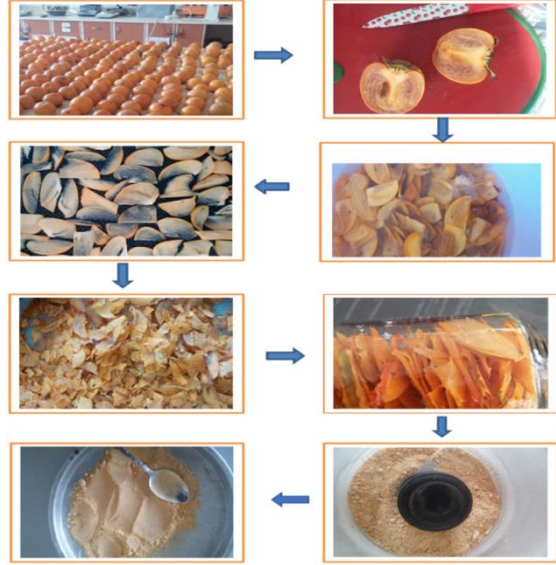
### Materyal

Fuyu çeşidi Trabzon hurması 2018 yılı Ekim - Kasım aylarında Manisa'nın Saruhanlı ilçesinden temin edilmiştir. Kek üretiminde kullanılan hammaddeler Çölyakla Yaşam Derneği'ne ait www.colyak.org.tr sitesinde glutensiz olduğu belirtilen markalar arasından yerel bir marketten satın alınmıştır. Ksantan gum, guar gum, hidroksiopropil metil selüloz (HPMC), polidekstroz Smart Kimya'dan (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir.

### Trabzon Hurması Tozu Üretimi

Yıkandıktan sonra çekirdekleri çıkarılarak dilimlenen Trabzon hurmaları sitrik asit çözeltisinde (1 g/L) 1 dk bekletildikten sonra tepsili kurutucuda (Eksis, Türkiye) 65 °C'da kurutulularak nem içeriğinin %7-9 aralığına düşmesi sağlanmıştır (Doymaz, 2012). Kurutulmuş dilimlerin bıçaklı öğütücüde (Retsch

Grindomix GM 200, Almanya) 6500 rpm'de 1 dk boyunca öğütülmesiyle elde edilen Trabzon hurması tozu (THT) (%8.51 nem, %0.74 kül, %0.43 protein, %11.6 şeker, ve %3.83 diyet lif içeriğine sahip) ağız kapalı plastik kaplarda +4 °C'de depolanmıştır. Şekil 1.'de Trabzon hurmasının toza işleme prosesi verilmiştir.



Şekil 1. Trabzon hurmasının toza işleme prosesi

### Kek Üretimi

Kek üretimi Gularte ve ark. (2012)'de belirtilen yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Kek formülasyonunda kullanılan şeker miktarı %0 ile %80 arasında değişen oranlarda hurma tozu ile ikame edilmiştir. Yumurta ve şeker yoğurucunun (Kitchenaid Artisan, Model 5KSM150), 6. devrinde 4 dk, 8. devrinde 6 dk çırıldıktan sonra tüm malzemeler ilave edilerek 1. devirde 2 dakika daha çırılmıştır. Kekler 170 °C'de 40 dk pişirildikten (İnoksan, FKE010, Türkiye) sonra kalıplarda soğutulmuş, fiziksel analizlere kadar (24 saat) hava almayacak şekilde saklanmıştır. Bir kısım kek kimyasal analizler için -18 °C'da depolanmıştır. Çizelge 1'de kek üretiminde kullanılan hammaddeler ve miktarları verilmiştir.

Çizelge 1. Kek üretiminde kullanılan hammaddeler (FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek, K: Kontrol kek)

Bileşen	K	%20 FK	%40 FK	%60 FK	%80 FK
Pirinç Unu (g)	150	150	150	150	150
Trabzon Hurması (g)	0	30	60	90	120
Şeker (g)	150	120	90	60	30
Yumurta (g)	93.75	93.75	93.75	93.75	93.75
Süt (g)	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50
Yağ (g)	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25
Kabartma Tozu (g)	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62
Ksantan Gam (g)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Guar Gam (g)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
HPMC (g)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Polidekstroz (g)	0	50	50	50	50

### Kimyasal Analizler

Hammaddelerin (pirinç unu ve THT) ve keklerin kül (AACC, 1999), yağ (AOAC, 2005), nem (AACC, 2010) oranları belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. THT ikameli keklerin şeker içeriği Lane Eynon yöntemi (AOAC, 2000a) ile belirlenmiştir. Hammaddelerin ve keklerin diyet lif içerikleri (AOAC, 2000b) yöntemi kullanılarak hizmet alımı ile belirlenmiştir. Kek üretiminde kullanılacak tüm hammaddelerde gliadin miktarı Gliadin kiti (Ridascreen® Gliadin, R7001, Germany) ve Elisa Okuyucusu (BioTek, ELx800 Absorbance Microplate Reader, USA) ile tespit edilmiştir (AACC, 2000).

### Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Öğütülen kek örneklerinde ekstrakt hazırlama Yeşilkanat ve Savlak (2021)'a göre gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen metoda göre ve Yeşilkanat ve Savlak (2021)'da belirtildiği gibi belirlenmiştir. Fenolik madde miktarı mg galik asit eşdeğeri (GAE)/g yağsız kuru madde cinsinden ifade edilmiştir.

### Antioksidan Aktivite Tayini

#### DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) Serbest Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

Analiz Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından tanımlanan yöntemle göre ve Yeşilkanat ve Savlak (2021)'da belirtildiği gibi tespit edilmiştir. Bu yöntemde örnek ekstraktı içindeki örnek miktarının Troloks eşdeğeri olarak belirlenmesi amacıyla örnek ve Troloks standart (%) inhibisyon grafiklerinden iki farklı lineer regresyon denklemi elde edilmiş ve bu iki denklemin eğimlerinin birbirine bölünmesi ile sonuç hesaplanmıştır. Sonuçlar mg Trolox eşdeğeri (TEAK) /g yağsız kuru madde cinsinden ifade edilmiştir.

#### Demir İyonu-İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) tayini

Analiz Liu ve ark. (2008) ve Wang ve ark. (2012) tarafından açıklanan yöntemle göre ve Yeşilkanat ve Savlak (2021)'da belirtildiği gibi tespit edilmiştir. Sonuçlar mmol Fe (II)/g yağsız kuru madde olarak belirtilmiştir.

### Keklerin Fiziksel Analizleri

Glutensiz keklerin yükseklik (tepe noktasında), spesifik hacim, yoğunluk ve pişme kaybı belirlenmiştir. Keklerin fiziksel özellikleri üretimden bir gün sonra lazerle tarama prensibi kullanılarak Volscan Profiler (Stable Micro Systems, Godalming, England) ile belirlenmiştir. Glutensiz keklerin pişme kaybı, hamur ağırlıkları ve kek ağırlıkları tartıldıktan sonra hamur ağırlığının kek ağırlığından çıkarılması ve farkın hamur ağırlığına bölünerek 100 ile çarpılması suretiyle bulunmuştur (Ho ve ark., 2013).

### Doku Profili Analizi

Keklerin doku profili analizi 5 kg yük hücresi ve 36 mm çaplı silindirik prob kullanılarak tekstür analiz cihazı (TA- XT Plus

Texture Analyzer, Godalming, England) ile tespit edilmiştir. Homojen örnek boyutu için kekler örnek alma silindiri ile 2.5 cm çap ve 2.5 cm yüksekliğinde kesilmiştir. 0.8 mm/s test hızında, %30 sıkıştırma oranında ve ardışık iki sıkıştırma ile kek örneklerinin sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve elastikiyetleri saptanmıştır (Fajardo ve Ross, 2015). En az 6 paralel ölçüm sonucunun ortalaması alınmıştır.

### Duyusal Değerlendirme

Keklerin duyuşsal değerlendirmesi Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği öğrenci ve akademisyenlerinin (25 kişi) katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kek örnekleri rastgele numaralandırılarak panelistlere sunulmuştur. Hedonik skala kullanılarak (Watts ve ark., 1989) yapılan değerlendirmede panelistlerden duyuşsal analiz kriterleri olan kek kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik, genel beğeni parametrelerini 1-7 puan arasında (1: hiç beğenmedim, 4: ne beğendim ne beğenmedim, 7: çok beğendim) değerlendirmeleri istenmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Kek üretimleri üç tekrarlı olarak yapılmış, analizler 3 paralel gerçekleştirilmiştir. SPSS 20.0 istatistik programı ve ANOVA analizi kullanılarak tüm analizler için uygulama ortalamaları  $\alpha=0.05$  önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Örnekler arası farklılıklar Duncan Testi ile belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 2'de kontrol ve THT ilave edilen keklerin fiziksel analizleri yer almaktadır. THT ikameli keklerde ikame oranının yüksekliğe etkisi önemli bulunup ( $p<0.05$ ) tüm ikame seviyelerinde kek yüksekliğinin azaldığı görülmüştür. Keklerin spesifik hacimleri incelendiğinde, %80 THT ikameli kek dışındaki diğer tüm kekler kontrol ile benzer değerler sergilemiştir. Birim ağırlığın hacmi olarak ifade edilen spesifik hacim en yüksek THT ikame oranında (%80) en düşük değeri almıştır. Genel olarak, fırın ürünlerine herhangi bir tür lif eklenmesi, nihai ürünün hem hacminde hem de yüksekliğinde azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Nath, 2018). Keklerin yoğunluklarına bakıldığında ise yine yüksek ikame oranlarında (%60 ve %80) yoğunlukların artarak kontrol kekinden farklılık gösterdikleri gözlenmiştir. Kontrol keklerin ve düşük ikame oranlarındaki keklerin spesifik hacimleri yüksek, buna karşın yoğunlukları düşük bulunmuştur. Hosseininejad ve ark. (2022) çalışmasında Trabzon hurması unu eklenen glutensiz keklerin yapısında kontrol keklerine oranla daha fazla sayıda, ancak daha küçük boyutlarda hava kabarcıklarının bulunduğunu rapor etmiştir. Ayrıca hurma unu ilave edilen keklerin yüksekliğinin kontrol kekinden daha düşük olduğu da tespit edilmiştir. Çalışmamızda %80 THT ikamesinin kek spesifik hacmi ve yoğunluğu üzerindeki etkisi ise olumsuzdur. Bunun nedeni olarak THT'nin yüksek oranda şekerle değiştirilmesi ile kek hacminin azalması yoğunluğunun ise artması gösterilebilir.

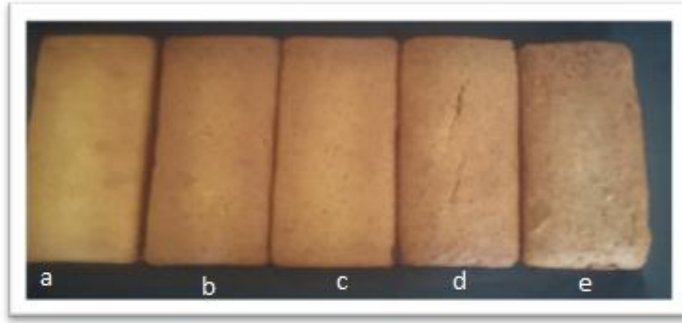
Şeker nişastanın jelatinizasyonunu düzenleyerek fırıncılık ürünlerinin fiziksel yapısını etkilemektedir. Pişirme sırasında nişasta jelatinizasyonundaki gecikme, kek sertleşmeden önce karbondioksit ve su buharının oluşturduğu buhar basıncı nedeniyle hava kabarcıklarının düzgün bir şekilde genişlemesine izin verir (Kim ve Setser, 1992; Kim ve Walker, 1992). Ek olarak, kek formülasyonundaki şeker, daha viskoz ve stabil bir köpüğe yol açacak şekilde iyi hava girişini teşvik eder (Paton ve ark., 1981).

Son olarak keklerin pişme kaybı ikame oranı arttıkça azalmıştır. Örneklerin tamamı istatistiksel olarak kontrolden farklıdır ( $p<0.05$ ). Pişme kayıplarındaki azalma yüksek lif içeren THT ikamesinin kek hamurunun su tutma kapasitesinde artış sağlaması ile açıklanabilmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te kontrol ve THT ikameli keklerin sırası ile üstten görünüşleri ve kesit görünüşleri verilmiştir.

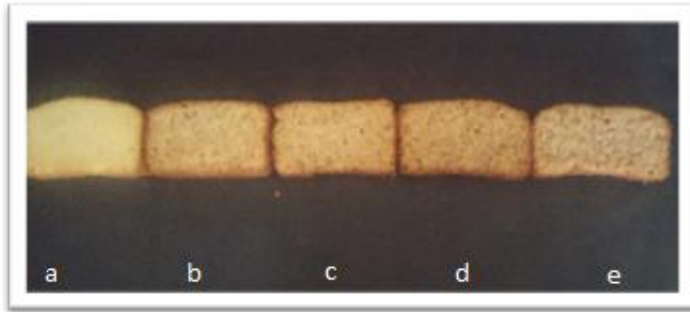
Çizelge 2. Keklerin fiziksel özellikleri

Kek Örneği	Yükseklik (mm)	Spesifik hacim (mL/g)	Yoğunluk (g/mL)	Pişme kaybı (%)
Kontrol	54.57±2.478 <sup>a</sup>	1.76±0.225 <sup>a</sup>	5.25±0.101 <sup>c</sup>	14.80±0.247 <sup>a</sup>
%20 FK	51.87±0.967 <sup>b</sup>	1.93±0.093 <sup>a</sup>	5.16±0.167 <sup>c</sup>	10.75±0.648 <sup>b</sup>
%40 FK	52.02±1.304 <sup>b</sup>	1.86±0.040 <sup>a</sup>	5.39±0.098 <sup>c</sup>	9.34±0.222 <sup>c</sup>
%60 FK	50.63±1.061 <sup>b</sup>	1.74±0.050 <sup>a</sup>	5.75±0.158 <sup>b</sup>	9.34±0.222 <sup>c</sup>
%80 FK	47.93±2.035 <sup>c</sup>	1.51±0.017 <sup>b</sup>	6.62±0.069 <sup>a</sup>	6.88±0.589 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p<0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek



Şekil 2. Keklerin üstten görünüşleri (a) Kontrol (b) %20 FK (c) %40 FK (d) %60 FK (e) %80 FK, FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek



Şekil 3. Keklerin kesit görünüşleri (a) Kontrol (b) %20 FK (c) %40 FK (d) %60 FK (e) %80 FK, FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek

### Kimyasal Analizler

Rastgele seçilen kek örneklerinde gliadin testi yapılmış ve yürürlükteki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre 'glutensiz' (<20 mg/kg) olduğu doğrulanmıştır (Tebliğ No: 2012/4, Türk Gıda Kodeksi, 2012). Çizelge 3'te kontrol ve THT ikameli keklerin kimyasal özellikleri verilmiştir. Nem içeriğinin THT ikame oranından etkilenmediği görülürken ( $p>0.05$ ), THT'nin artan ikame oranıyla meyveden gelen inorganik maddelerin bir sonucu olarak keklerin kül içeriği artmıştır ( $p<0.05$ ). %80 THT ikameli keklerin kül içeriğinde

%18.9'a kadar artış gerçekleşmiştir. Keklerin yağ içeriği THT ikamesi ile azalırken diyet lif içerikleri artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Kontrol kekinde diyet lifi tespit edilemezken THT ikame edilen keklerde diyet lifi içeriği %0.51 - 0.81 arasında değişiklik göstermiştir. Bu durum hurma meyvesi ilavesinin keklerin lif bakımından zenginleşmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. %40 ve %60 THT ikameli kekler lif miktarı bakımından istatistiksel olarak benzer iken ( $p>0.05$ ), %80 THT ikameli kekin en yüksek miktarı içerdiği belirlenmiştir. Dipti ve ark. (2023), yağ ikame maddesi olarak

Trabzon Hurması sosu kullanılarak üretilen keklerde lif içeriğinin, yağ ikame seviyesi arttıkça önemli ölçüde arttığını ve yağın %100'ünün Trabzon Hurması sosu ile ikame edildiği

keklerde en yüksek lif içeriğinin (0.41g ± 0.03) tespit edildiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 3. Keklerin kimyasal özellikleri

Kek Örneği	Nem (%)	Kül (% KM)	Yağ (% KM)	Diyet Lifi (%)	TFM (mg GAE/g yağsız kuru madde)	DPPH (mg TEAK/g yağsız kuru madde)	FRAP (mmol Fe (II)/g yağsız kuru madde)
Kontrol	25.37±1.964 <sup>a</sup>	1.06±0.026 <sup>b</sup>	12.83±0.057 <sup>a</sup>	nd*	0.24±0.010 <sup>e</sup>	0.28±0.087 <sup>e</sup>	0.47±0.025 <sup>e</sup>
%20 FK	23.85±0.751 <sup>a</sup>	1.04±0.015 <sup>b</sup>	12.04±0.00 <sup>d</sup>	0.512±0.017 <sup>c</sup>	0.43±0.006 <sup>d</sup>	0.40±0.035 <sup>d</sup>	1.23±0.021 <sup>d</sup>
%40 FK	24.68±0.803 <sup>a</sup>	1.09±0.021 <sup>b</sup>	12.28±0.000 <sup>c</sup>	0.643±0.036 <sup>b</sup>	0.48±0.006 <sup>c</sup>	0.52±0.042 <sup>c</sup>	1.49±0.006 <sup>c</sup>
%60 FK	24.23±1.304 <sup>a</sup>	1.19±0.067 <sup>a</sup>	12.58±0.007 <sup>b</sup>	0.660±0.015 <sup>b</sup>	0.55±0.010 <sup>b</sup>	0.75±0.055 <sup>b</sup>	1.69±0.021 <sup>b</sup>
%80 FK	27.47±2.588 <sup>a</sup>	1.26±0.031 <sup>a</sup>	12.27±0.120 <sup>c</sup>	0.817±0.022 <sup>a</sup>	0.62±0.010 <sup>a</sup>	0.92±0.032 <sup>a</sup>	1.82±0.012 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p < 0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek; TFM: Toplam Fenolik Madde, GAE:Gallik Asit Eşdeğeri, TEAK: Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite

Trabzon hurması biyoaktif bileşenler açısından önemli bir meyve olup iyi bir antioksidan kaynağıdır. Pu ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada hurmanın gıda ve farmasötik ürünlerde antioksidan potansiyeli olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla birlikte, Trabzon hurması, çeşidine, meyvenin bileşenlerine, hasat bölgesine, çevresel etmenlere, kullanılan çözücü ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak toplam fenolik bileşik içeriğinde değişiklik gösterebilir (Suzuki ve ark., 2005; Abdallah ve ark., 2017).

Çalışmamızda tüm hurma ikameli keklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerleri kontrol grubu keklerinkinden daha yüksek olarak belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 3). THT ikameli keklerde ikame oranının TFM miktarına etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Artan ikame oranıyla keklerin TFM miktarı ve antioksidan kapasitelerinin de arttığı görülmüştür. Kontrol kekine kıyasla, Fuyu çeşidi THT ilave edilmiş keklerde TFM içeriğinde %158.3, DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerlerinde sırayla %228.6 ve %287.2 artış gözlenmiştir. Abdallah ve ark. (2017), %33.3 hurma püresi ikameli keklerin toplam fenolik madde içeriğinde (%220.53) ve DPPH radikali inhibisyonunda (%53.81) artış olduğunu bildirmiştir. Bazı bitki ve meyvelerin antioksidan aktivitesi ile içerdikleri fenolik bileşikler arasında güçlü bir ilişki olduğu (Çalışkan ve Polat, 2012) bilinmektedir. Trabzon hurmasının fenolik bileşikler (esas olarak p-kumarik asit, kateşin, epikateşin, epigallo kateşin ve kondanse proantosiyanidinler) ve karotenoid bakımından zengin olduğu göz önüne alındığında (Giordani ve ark., 2011; Hosseinejad ve ark., 2022) böyle bir artış beklenebilir. Çalışma verilerimizle uyumlu olarak, Hosseinejad ve ark. (2022) glutensiz keklerdeki mısır ununun Trabzon hurması unu ile değiştirilmesinin (özellikle %30 ikame oranında) DPPH ve FRAP antioksidan aktivite kapasitesinde artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, yağ ikame maddesi olarak Trabzon Hurması sosu kullanılarak üretilen keklerde toplam fenolik madde miktarı ve DPPH antioksidan aktivite değerlerinin önemli oranda yükseldiği bildirilmiştir (Dipti ve ark., 2023). Ayrıca, Trabzon hurmasının dondurma üretiminde kullanımı üzerine yapılan bir başka araştırma da

(Karaman ve ark., 2014) zenginleştirilmiş ürünlerin biyoaktivitesinde önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak çalışmamızda THT'nin glutensiz keklerde kullanımı ile TFM içeriğinin ve antioksidan kapasitenin arttırıldığı fonksiyonel bir ürün elde edilmiştir.

#### Doku Profili Analizi (TPA)

Doku profili, fırıncılık ürünlerinin kalite ve tüketici kabulünü etkileyen önemli bir özelliktir. THT ilavesinin keklerin dokusal özellikleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ), (Çizelge 4). Sertlik değerleri bakımından %60 ve %80 THT ikameli kekler diğer keklerden istatistiksel açıdan farklı olup %80 THT ikameli kekin en yüksek sertlik değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Hosseinejad ve ark. (2022) %20 ve %30 oranında hurma unu ikamesinin glutensiz keklerin sertliğini, esnekliğini ve çiğnenebilirliğini etkilemediğini rapor etmişlerdir. Öte yandan Hong ve Kim (2005), artan oranlarda hurma ezmesi eklenmesinin, kontrol keki ile karşılaştırıldığında sertliğin azalmasına ve yapışkanlığın artmasına yol açtığını gözlemlemiştir. Bu durumun toz yerine hurma ezmesi eklenmesi sonucunda keklerin nem içeriğinin artması (%42.43-44.70) ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Çizelge 4' de görüldüğü üzere ikame oranı arttıkça, keklerin esnekliği (%20 ikameli kek hariç), iç yapışkanlık, ve elastiklik değeri azalmıştır. Çiğnenebilirlik açısından kontrol ile %60 THT ikameli keklerin, ve yine %20 ile %40 THT ikameli keklerin benzer olduğu tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Çiğnenebilirliğin sertlik ve iç yapışkanlıktan türeyen bir dokusal özellik olduğu düşünüldüğünde iç yapışkanlığı yüksek olan kontrol örneği ile sertliği yüksek olan %60 THT ikameli keklerin benzer çiğnenebilirlik özellikleri göstermesi, buna karşılık iç yapışkanlık ve sertlikleri nispeten yakın olan %20 ile %40 THT ikameli keklerin benzer çiğnenebilirlik özellikleri göstermesi beklenen bir sonuçtur. Öte yandan, %20 ile %40 THT ikameli keklerin benzer çiğnenebilirliğe sahip olmaları sertlik ve iç yapışkanlıklarını etkileyen spesifik hacim ve yoğunluk verileri (Çizelge 2) ile de desteklenmektedir. %80 THT ikameli kek ise diğerlerinden farklı olarak en yüksek çiğnenebilirliğe sahiptir. Genel olarak THT ikameli keklerin kontrol keklerle göre daha dağılgan bir



yapıda olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum ikame oranı arttıkça azalan iç yapışkanlık verileri ile de desteklenmektedir.

Çizelge 4. Keklerin doku profili analizi

Kek Örneği	Sertlik (g kuvvet)	Esneklik	İç yapışkanlık	Çiğnenebilirlik (g kuvvet)	Elastiklik
Kontrol	207.9±9.06 <sup>d</sup>	0.91 ±0.010 <sup>a</sup>	0.66±0.010 <sup>a</sup>	127.6±1.27 <sup>b</sup>	0.35±0.006 <sup>a</sup>
%20 FK	241.4±11.86 <sup>c</sup>	0.90±0.006 <sup>a</sup>	0.58±0.021 <sup>b</sup>	87.9±2.89 <sup>c</sup>	0.24±0.006 <sup>b</sup>
%40 FK	232.9±11.79 <sup>cd</sup>	0.81±0.006 <sup>b</sup>	0.51±0.006 <sup>c</sup>	94.2±3.28 <sup>c</sup>	0.23±0.006 <sup>bc</sup>
%60 FK	356.1±10.75 <sup>b</sup>	0.79±0.010 <sup>bc</sup>	0.45±0.010 <sup>d</sup>	135.5±9.48 <sup>b</sup>	0.22±0.012 <sup>c</sup>
%80 FK	571.2±17.66 <sup>a</sup>	0.78±0.031 <sup>c</sup>	0.47±0.025 <sup>d</sup>	209.2±4.12 <sup>a</sup>	0.19±0.006 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p<0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek.

### Duyusal Değerlendirme

Çizelge 5'de örneklerin duyuşsal değerlendirme sonuçları verilmiştir. THT ikameli keklerde, ikame oranının tüm duyuşsal parametreleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol, %20 ve %40 THT ikameli kekler kabuk ve iç rengi, koku, lezzet, sertlik ve genel beğeni bakımından birbirine benzerdir. Kek kabuk ve iç rengi dikkate alındığında, beğeni %40 THT ikame oranından sonra azalmıştır. %60 ve %80 oranında THT ikame edilmiş kekler kabuk ve iç renk parametreleri bakımından benzer bulunurken, ikame oranının %60'dan %80'e çıkması ile koku, lezzet, sertlik ve genel beğeni parametrelerinin puanlarında istatistiksel olarak anlamlı seviyede azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Souza ve ark. (2018) %50 üzerindeki şeker ikame oranının kekin yumuşak ve kolay parçalanabilen (dağılabilen) bir yapıya sahip olmasına yol açtığını, %25 altındaki şeker ikame oranının ise sert ve kuru yapıda kek oluşumuna neden olduğunu ifade etmektedir. Çalışmamızda %60 ve %80 ikame oranlarında sertlik artmıştır. Benzer şekilde Abdallah ve ark.

(2017), buğday unu kek formülasyonuna %50.0-83.3 oranında hurma püresi eklenmesinin, %100 oranında buğday unu kullanılarak üretilmiş kontrol örneğine kıyasla duyuşsal puanlarda azalmaya yol açtığını, %33.3 oranında hurma püresi ilavesinin ise tat, lezzet, renk, doku ve genel kabul edilebilirlik puanlarında artışa yol açtığını bildirmiştir. Hong ve Kim (2005), hurma ezmesiyle zenginleştirilmiş pirinç keklerinde kontrole kıyasla daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanları bildirmiştir. Başka bir çalışmada, hamur formülasyonundaki 100 gram tereyağının 50 grama kadar Trabzon hurması sosu ile ikame edilmesiyle elde edilen keklerde istenilen renk değişimi ve genel beğenin sağlandığı, ancak daha yüksek ikame oranlarında beğenin azaldığı belirtilmiştir (Dipti ve ark., 2023). Çalışmamızda duyuşsal değerlendirme göz önünde bulundurularak rafine şekerin %40'a kadar THT ile ikame edildiği glutensiz keklerin tamamen rafine şekerli keklerle alternatif olabileceği önerilmektedir.

Çizelge 5. Keklerin duyuşsal özellikleri

Kek Örneği	Kabuk Rengi	İç Rengi	Koku	Lezzet	Sertlik	Genel Beğeni
Kontrol	5.83±0.257 <sup>a</sup>	5.92±0.302 <sup>a</sup>	5.67±0.289 <sup>a</sup>	5.72±0.183 <sup>a</sup>	5.80±0.183 <sup>a</sup>	5.73±0.162 <sup>a</sup>
%20 FK	6.01±0.167 <sup>a</sup>	5.89±0.311 <sup>a</sup>	5.67±0.234 <sup>a</sup>	5.95±0.101 <sup>a</sup>	5.88±0.223 <sup>a</sup>	5.87±0.201 <sup>a</sup>
%40 FK	6.05±0.151 <sup>a</sup>	6.05±0.220 <sup>a</sup>	5.71±0.284 <sup>a</sup>	6.07±0.061 <sup>a</sup>	5.79±0.122 <sup>a</sup>	5.99±0.227 <sup>a</sup>
%60 FK	5.04±0.416 <sup>b</sup>	4.93±0.345 <sup>b</sup>	4.85±0.260 <sup>b</sup>	4.97±0.201 <sup>b</sup>	4.93±0.306 <sup>b</sup>	4.92±0.250 <sup>b</sup>
%80 FK	4.49±0.411 <sup>b</sup>	4.35±0.460 <sup>b</sup>	4.07±0.543 <sup>c</sup>	3.93±0.363 <sup>c</sup>	3.67±0.023 <sup>c</sup>	3.89±0.340 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p<0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek

### SONUÇ

Trabzon hurması tozu ile zenginleştirilen glutensiz kekler, çölyak hastalarının günlük yaşamlarına ve sosyal etkileşimlerine katkı sağlayabilecek önemli bir alternatif olarak önerilmektedir. Aynı zamanda, bu keklerin glutensiz gıda pazarındaki talebi karşılamak için potansiyel bir çözüm sunabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada rafine şekerin %40 oranına kadar THT ile ikame edilmesi duyuşsal açıdan kabul edilebilir ve biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş pirinç unlu kekler elde edilmesini sağlamıştır. Sonraki çalışmalarda bu meyve veya atıkları ile zenginleştirilmiş glutensiz ürünlerin besin öğelerinin biyoerişilebilirliğinin belirlenmesi üzerine odaklanılabilir.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (BAP, Proje No; 2018-188). Yazarlar finansal destek için teşekkür eder.

### KAYNAKLAR

AACC (1999) American Association of Cereal Chemists Approved methods of analysis (11th Ed.). Method 08-

- 01.01. Ash – basic method. Approved November 3, 1999. AACC International, St. Paul, MN, USA.
- AACC (2000) AACC Approved methods of analysis, 11th Ed. Method 38-50.01. Gluten in corn flour and corn-based products by sandwich ELISA. AACCI, St. Paul, MN, USA.
- AACC (2010) American Association of Cereal Chemists Approved Methods of Analysis, 11th Ed., Method 44-40.01. Moisture, vacuum oven method, AACC International, St. Paul, MN.
- AOAC (2000a) 968.28: Total sugars in molasses as invert sugar. Lane-eynon constant volume volumetric method, Official Methods of Analysis AOAC International, Washington DC, the USA.
- AOAC (2000b). 991.43: Total, Soluble and Insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic gravimetric method, MES-TRIS buffer, Official Methods of Analysis AOAC International, Washington DC, the USA.
- AOAC (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International, Official Method 954.02 18th Ed., AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Abdallah DA, El-Mageed A, Siliha HA, Rabie MA (2017) Physicochemical characteristics of persimmon puree and its utilization in cupcake. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 44(6): 2629-2640.
- Aksu Uslu, N (2023) Evaluation of quality traits and phytochemical compounds of persimmon (*Diospyros kaki* L.) cultivars grown in Samsun, Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 65(4), 889-897.
- Arslan S, Bayrakci S (2016) Physicochemical, functional, and sensory properties of yogurts containing persimmon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(1): 68-74.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 28(1): 25-30.
- Çalışkan O, Polat AA (2012) Bazı incir çeşitlerinin fitokimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2): 201-208.
- Dipti S, Kumari A, Kaur N, Tripathi AD, Garwal AA (2023) Development of cake by using persimmon fruit (*Diospyros kaki*) as a fat replacer and its chemical and structural profile analysis. *LWT*, 178, 114601.
- Doymaz İ (2012) Evaluation of some thin-layer drying models of persimmon slices (*Diospyros kaki* L.). *Energy Conversion and Management*, 56: 199-205.
- Fajardo, CA, Ross AS (2015) Exploring relationships between pancake quality and grain and flour functionality in soft wheats. *Cermistry*, 92: 378-383.
- Giordani E, Doumett S, Nin S, Del Bubba M (2011) Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki thunb.*): a review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International*, 44(7):1752-1767.
- Gularte MA, de la Hera E, Gómez M, Rosell CM (2012) Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 48(2): 209-214.
- Ho LH, Abdul Aziz NA, Azahari B (2013) Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* x *Balbisiana* cv. awak) pseudo-stem flour. *Food Chemistry*, 139(1-4): 532-539.
- Hong JS, Kim M (2005) Quality characteristics of Sulgiduck by the addition of astringency persimmon paste. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 21(3): 360-370.
- Hosseinejad S, Larrea V, Moraga G, Hernando I (2022) Evaluation of the Bioactive Compounds, and Physicochemical and Sensory Properties of Gluten-Free Muffins Enriched with Persimmon 'Rojo Brillante' Flour. *Foods*, 11(21): 3357.
- Karaman, S, Toker ÖS, Yüksel F, Çam M, Kayacier A, Dogan M (2014) Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of dairy Science*, 97(1): 97-110.
- Kim, CS, Walker CE (1992) Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems. *Cereal Chemistry*, 69(2): 206-212.
- Kim, SS, Setser CS (1992) Wheat starch gelatinization in the presence of polydextrose or hydrolyzed barley  $\beta$ -glucan. *Cereal Chemistry*, 69(4): 447-451.
- Liu, HY, Qiu NX, Ding HH, Yao RQ (2008) Polyphenols contents and antioxidant capacity of Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Research International*, 41(4): 363-370.
- Nath, P, Kale, S J, Kaur, C, Chauhan, O P (2018) Phytonutrient composition, antioxidant activity and acceptability of muffins incorporated with red capsicum pomace powder. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 2208-2219.
- Özkan, H, Can H (2013) Farklı Dönemlerde Hasat Edilen Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Meyvelerinin Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (2): 137-144.



# Süt ve Ürünleri Tüketicilerinin Etiket Okuma Alışkanlıklarının ve Etiket Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi: Hatay İli Örneği

Seren YILDIZ<sup>1</sup> , Ayşe Demet KARAMAN<sup>1,2\*</sup> , Filiz YILDIZ-AKGÜL<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Aydın

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Aydın

**Öz:** Bu çalışma ile Hatay ilindeki tüketicilerin süt ve süt ürünleri etiketlerini okuma düzeylerini saptamak ve etiketlerde dikkat edilen, edilmeven noktaları belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca etiket okuma alışkanlıklarını Hatay ili merkez ve ilçelerde ikamet etme durumu gibi faktörlere göre sınıflandırarak toplumun etiket okuma alışkanlığı üzerinde etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırma; analitik-kesitsel olarak Mart 2021 ve Temmuz 2021 tarihleri arasında, Hatay ilinde yaşayan 18-65 yaş aralığındaki farklı sosyoekonomik özelliklere sahip 240 birey ile gerçekleştirildi. Değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını test etmek için Ki Kare Bağımsızlık Testi kullanıldı. Elde edilen verilerde p değerinin 0,05'ten küçük ve eşit olduğu durumlar anlamlı kabul edildi. Katılımcıların süt ve ürünleri etiketini okuma durumlarının ve süt ve ürünlerini satın alma sıklıklarının yaşadıkları ilçeye göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur (p>0,05). Ayrıca katılımcıların süt ve ürünleri etiketi okuma durumlarının cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ve kadınların etiket bilgisine erkeklerden daha fazla dikkat ettiği belirlenmiştir (p<0,05). Genel olarak değerlendirildiğinde Hatay ilindeki tüketici bireylerin süt ve süt ürünleri etiketlerindeki tüm bilgilere yeterince önem vermediği ve satın alma davranışlarında yeterli dikkati göstermedikleri görülmüştür. Toplumun bilinçlenmesi adına bu alanda uzmanlaşmış kişiler tarafından satın alma davranışında nelere dikkat edilmesi gerektiği ve besin etiketleri ile ilgili çeşitli multidisipliner eğitimler düzenlenmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Besin etiketi, Satın alma davranışı, Süt ürünleri etiketi

**Evaluation of Label Reading Habits and Label Information Levels of Milk and Dairy Products Consumers: An Example of Hatay Province**

**Abstract:** This study aimed to determine the reading levels of milk and dairy product labels of consumers in Hatay province and to determine the points that are and are not taken into consideration on the labels. Moreover, it was aimed to determine the impact of consumers' label reading habits on society's label reading habits by classifying them according to factors such as residence status in the center and districts of Hatay province. The research was carried out analytically and cross-sectionally between March 2021 and July 2021, with 240 individuals with different socioeconomic characteristics between the ages of 18-65 living in Hatay province via Chi Square Test. Moreover, p was considered significant if it was less than or equal to 0.05. It was found that the participants' reading of milk and product labels and frequency of purchasing milk and products did not show a statistically significant difference according to the district they lived in (p>0.05). It was also determined that the participants' milk and product label reading status showed a statistically significant difference according to gender, and women paid more attention to label information than men (p<0.05). Generally it has been observed that consumers in Hatay province do not pay enough attention to all the information on the labels of milk and dairy products and do not pay enough attention to their purchasing behavior. In order to raise public awareness, various multidisciplinary trainings should be organized by professions on what to pay attention to in purchasing behavior and nutritional labels.

**Keywords:** Dairy products label, Nutrition label, Purchasing behavior

## GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri beslenmede önemli yere sahip olan ve birçok insan tarafından günlük olarak tüketilen besin maddeleridir (Yıldırım and Genc, 2017). Süt ve ürünlerinde insanın yeterli ve dengeli beslenmesi için gerekli olan birçok vitamin ve mineral bulunmaktadır (Özbey, 2020). Ülkemizde besin etiketleme Türk Gıda Kodeksi (TGK) Etiketleme Yönetmeliği'ndeki hükümlere göre yapılmaktadır. Yönetmeliğe göre besin etiketleri, tüketiciye doğru bilgi sağlamalı ve tüketiciyi doğru yönlendirmelidir (Gültekin, 2019; Kasan Özdemir, 2013). Tüketicilerin besin etiketi okuma alışkanlıkları üzerine ülkemizde oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır ancak süt ve süt ürünleri etiketi ile ilgili az sayıda çalışma vardır. Burdur merkezde yapılan çalışmada süt ve ürünleri alan tüketicilerin %16,8'inin süt

ürünleri etiketlerinde bulunması gereken bilgilerden haberdar olmadığı ortaya çıkmıştır. Tüketicilerin genel olarak etiket bilgisine baktıkları ancak her bilgiyi incelemedikleri sonucu ortaya konulmuştur. Ayrıca tüketicilerin %26,5'inin ambalajın işlevselliği hakkında bilgi sahibi olmadığı da ortaya konulmuştur (Gün ve Orhan, 2011). Bu çalışmanın haricinde ülkemizde süt ve ürünleri etiket bilgisi üzerine bir çalışma yapılmamıştır. Hatay ilindeki tüketicilerin illere göre etiket okuma oranını inceleyen bir çalışma da yoktur. Bu çalışma ile literatürdeki açıkların kapanması hedeflenmiştir. Hatay ilindeki tüketicilerin süt ve süt ürünleri etiketlerini okuma

**\*Sorumlu Yazar:** demet.karaman@adu.edu.tr

**Geliş Tarihi:** 22 Nisan 2024

**Kabul Tarihi:** 22 Temmuz 2024

*Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür.*

düzeylerini saptamak, etiketlerde dikkat edilen ve edilmeyen noktaları ve demografik özellikleriyle ilişkisini belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilecek verilere göre Hatay ilindeki ilgili kurum ve paydaşlara önerilerde bulunulabilecektir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Araştırmanın örneklemini Hatay ili merkez (Antakya) ve ilçelerde ikamet eden 18-65 yaş aralığındaki farklı sosyoekonomik özelliklere sahip bireyler oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini belirlemek için, tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Örneklem sayısı Gün ve Orhan (2011) yaptığı çalışma verileri ile G power programı

aracılığıyla belirlenmiştir. Çalışmada güç analizinde etki düzeyi 1,40;  $\alpha$  değeri 0,05 ve güç değeri  $(1 - \beta)$  0,95 alınmıştır ve toplam örneklem sayısı 230 olarak hesaplanmıştır. Gruplara düşen gözlem sayısının dengeli ve yüksek olması için 240 katılımcı ile anket yapılması öngörülmüştür.

Farklı sosyoekonomik düzeylere sahip 18-65 yaş arası bireylere park, market önü gibi yerlerde ulaşılmıştır. Anket formu gönüllü olan bireylere Mart 2021-Temmuz 2021 tarihleri arasında uygulanmıştır. Araştırmanın yapıldığı yerlerin nüfusu ile orantılı olarak uygulanmış olan anket sayıları aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın Yapıldığı Yerlerin Nüfusu ile Orantılı Olarak Uygulanmış Anket Sayıları (n=240)

Araştırmanın Yeri	Nüfus	Örneklem sayısı
Antakya (Merkez ilçe)	389.377	57
İskenderun	250.964	36
Defne	160.066	24
Dörtöyl	127.399	18
Samandağ	124.237	18
Kırıkhan	119.028	17
Reyhanlı	103.417	15
Arsuz	97.217	14
Altınözü	60.589	9
Hassa	57.361	8
Payas	43.647	6
Erzin	41.769	6
Yayladağı	36.908	5
Belen	33.896	5
Kumlu	13.445	2
TOPLAM	1.659.320	240

Veri toplama aracı olan anket formu Çinbolat (2006); Erdaş (2019); Gün ve Orhan (2011); Özgen (2004); Onurlubaş ve Çakırlar (2016) çalışmalarından yararlanarak uyarlanmıştır. Çalışma araştırma hakkında bilgi verilen ve gönüllü olmak isteyen bireylerle yapılmıştır. Araştırmaya katılmayı kabul eden bireyler araştırmaya dahil edilmiştir.

Tüm veriler bilgisayarda Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 26 programına kaydedilerek analiz edilmiştir. Değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını test etmek için Ki Kare Bağımsızlık Testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerde p değerinin 0,05'ten küçük ve eşit olduğu durumlar anlamlı kabul edilmiştir. Çalışmanın uygulanabilmesi için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel olmayan Etik Kurul Başkanlığından izin alınmıştır (Etik kurul no: 2021/06).

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 2'ye göre katılımcıların %55'i kadın, %45'i erkek ve %59,6'sı bekar, %40,4'ü evlidir. Katılımcıların %23,8'i

Antakya ilçesinde, %15'i İskenderun ilçesinde, %10'u Defne ilçesinde yaşamaktadır ayrıca %16,7'sinin yaşı 18-24 aralığında, %39,6'sının yaşı 25-31 aralığında, %22,1'inin yaşı 32-38 aralığında, %21,7'sinin yaşı 38 ve üstüdür. Araştırmaya katılan tüketici gruplarının öğrenim durumu değerlendirildiğinde; %20,4'ünün lise ve altı, %55,4'ünün üniversite ve %24,2'sinin yüksek lisans ve üstü derece ile mezun olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan tüketici gruplarının %73,3'ü süt ve ürünlerini marketten, %6,3'ü semt pazarından, %9,2'si mahalle bakkalından ve %10,8'i başka bir yerden almaktadır. Ayrıca %0,4'ü gıda alışverişi yapmamaktadır. Başka yerden alan katılımcılar ise sütü köyden, çiftlikten veya ineği olan birinden açık süt olarak temin ettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 3). Gökhan ve Arıkan (2018) çalışmasında ise tüketicilerin %60,94'ünün üreticiden, %3,13'ünün sokak satıcısından, %8,59'unun bakkaldan, %27,34'ünün ise marketten süt ve ürünlerini temin ettikleri belirtilmiştir.

Çizelge 2. Kişisel Bilgilere İlişkin Bulgular (n=240)

Değişkenler		n	%
Cinsiyet	Kadın	132	55,0
	Erkek	108	45,0
Medeni Durum	Bekar	143	59,6
	Evli	97	40,4
	Antakya	57	23,8
	İskenderun	36	15,0
	Defne	24	10,0
	Dört Yol	18	7,5
	Samandağ	18	7,5
	Kırıkhan	17	7,1
	Reyhanlı	15	6,3
	Arsuz	14	5,8
Yaşanılan İlçe	Altınözü	9	3,8
	Hassa	8	3,3
	Payas	6	2,5
	Erzin	6	2,5
	Yayladağı	5	2,1
	Belen	5	2,1
	Kumlu	2	0,8
	Lise ve altı	49	20,4
	Üniversite	133	55,4
	Yüksek lisans ve üstü	58	24,2

Çizelge 3. Katılımcıların Satın Alma Davranışlarına İlişkin Bulgular (n=240)

Değişkenler		n	%
Süt ve süt ürünleri alışverişinin sıklığı	Her gün	37	15,4
	2 günde bir	42	17,5
	Haftada birkaç kere	92	38,3
	Haftada birden az	13	5,4
	Evde tükenince alıyorum	56	23,3
Süt ve süt ürünlerinin satın alındığı yer	Market	176	73,3
	Semt pazarı	15	6,3
	Mahalle bakkalı	22	9,2
	Gıda alışverişi yapmam	1	0,4
	Diğer	26	10,8

Tüketici gruplarının süt ve süt ürünleri alışverişinde en çok etkilendikleri faktörlerin sırasıyla; üretici firma ve marka (%60), ürünün sağlıklı olup olmaması (%58,8), ürünün fiyatı (%5,9) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Tapkı ve ark. (2021) çalışmasında ise en çok etkilenilen faktör sağlıklı olması olarak bulunmuştur. Bunu ise sırasıyla hijyen şartları ve fiyat izlemiştir. Mevcut çalışmamızda süt ve ürünleri satın alınırken en az etkilenilen faktör ürün için yapılan reklam ve tanıtımlar iken Tapkı ve ark. (2021) çalışmasında üründe promosyon olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Her iki çalışmanın bulgularında dikkate değer benzerlikler bulunmaktadır.

Katılımcıların süt ve ürünlerinin etiket bilgilerini en çok ürünü alırken okudukları belirlenmiştir. Etiket okumayanlar ise okumama sebebi olarak en çok alışkanlık ve deneyimlerine göre alışveriş yapmaları durumunu belirtmişlerdir (Çizelge 5). Başka çalışmada ise katılımcıların büyük bir çoğunluğu yeterli vakti olmadığı için besin etiketi okumadıklarını belirtmiştir (Erdaş, 2019).

Çizelge 4. Katılımcıların Süt ve Ürünleri Alışverişi Yaparken Etkilendikleri Faktörlerin Dağılımına İlişkin Bulgular (n=240)

Etkilenilen Faktörler		n	%
Ürünün fiyatı	Hayır	101	42,1
	Evet	139	57,9
Üretici firma ve marka	Hayır	96	40,0
	Evet	144	60,0
Ürün için yapılan reklam ve tanıtımlar	Hayır	221	92,1
	Evet	19	7,9
Ürün üzerindeki etiket bilgileri	Hayır	146	60,8
	Evet	94	39,2
Ambalajın görüntüsü	Hayır	187	77,9
	Evet	53	22,1
Çevremdeki insanların görüşleri	Hayır	188	78,3
	Evet	52	21,7
Ürünün sağlıklı olup olmaması	Hayır	99	41,3
	Evet	141	58,8
Ürün ve marka ile ilgili önceki deneyimlerim	Hayır	111	46,3
	Evet	129	53,8
Hazırlanışının kolay olması	Hayır	220	91,7
	Evet	20	8,3

Çizelge 5. Katılımcıların Etiket Okuma Davranışı ve Etiket Bilgisi ile İlgili Sorulara Verdikleri Cevaplara İlişkin Bulgular (n=240)

Değişkenler		n	%
Ürünleri Alırken Etiket Okuma Durumu:	Hiç okumam	9	3,8
	Bazen okurum	79	32,9
	Çoğunlukla okurum	101	42,1
	Her zaman okurum	51	21,3
Etiketleri Okumuyorsanız Nedeni Nedir?	Alışkanlık ve deneyimlerime göre alışveriş yapıyorum.	7	2,9
	Yaptığım seçimlerin sağlıklı olduğunu düşünüyorum.	1	0,4
	Meşgul olduğum için okumaya zamanım yok.	4	1,7
	Sağlık problemim olmadığı için okumama gerek yok.	1	0,4
	Etiketlerde çok fazla bilgi var. Aklım karışıyor.	3	1,3
	Satın alma kararımı etkileyen tek şey ürünün fiyatıdır.	2	0,8
	Okuyorum	222	92,5
Etiket Bilgilerini Çoğunlukla Nerede Okuyorsunuz?	Ürünü alırken okuyorum	190	79,2
	Evde okurum	29	12,1
	Ürünü tüketirken okurum	13	5,4
	Hiç okumam	7	2,9
	Diğer	1	0,4

Süt ürünleri etiketinde son kullanma tarihi, raf ömrü ve fiyat bilgisinin en fazla dikkat edilen unsurlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Gün ve Orhan (2011) tarafından yapılan çalışmada, benzer şekilde süt ve süt ürünleri satın alımında tüketicilerin dikkat ettikleri etiket bilgilerinin öncelikle üretim tarihi ve son kullanma tarihi olduğu ve bulguların çalışma verileri ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 11

ve 18 yaş arası 570 birey ile yapılan bir başka çalışmada ise besin etiketlerinde en çok okunan değerlerin; son kullanma tarihi (%70,4), isim (%45,1), içindekiler (%32,5) ve beslenme bilgileri (%32,2) olduğu görülmüştür (Kamboj et al., 2022). Bu bilgilerin ışığında görüyoruz ki son kullanma tarihi sadece süt ve ürünleri etiketinde değil bütün besin etiketlerinde oldukça önemsenmektedir. Mevcut çalışmamızda ambalajlı

süt ve ürünlerinin etiketinde hiç okumam ifadesinde en fazla işaretlenen seçeneklerin ise; ülke orijini (%23,8), tuz ve sodyum oranı (%23,3), demir içeriği (%20,8) ve içerdiği

vitaminler (%20,4) olmuştur (Çizelge 6 ve 7). Bu bilgiler ışığında ambalajlı süt ve ürünlerinin besin etiketinde yer alan besin içeriklerine çok fazla dikkat edilmediği gözlenmiştir.

Çizelge 6. Katılımcıların Ambalajlı Süt ve Süt Ürünlerinin Etiketinde Yer Alan Bilgileri Okuma Durumlarına İlişkin Bulgular (n=240)

Etiket Bilgileri		Her zaman okurum	Çoğunlukla okurum	Bazen okurum	Hiç okumam
Fiyat	n	142	55	32	11
	%	59,2	22,9	13,3	4,6
Net miktarı	n	91	62	63	24
	%	37,9	25,8	26,3	10,0
İçindekiler	n	67	72	81	20
	%	27,9	30,0	33,8	8,3
Üretim Tarihi	n	142	54	34	10
	%	59,2	22,5	14,2	4,2
Son Kullanma Tarihi	n	176	41	16	7
	%	73,3	17,1	6,7	2,9
Raf Ömrü	n	176	41	16	7
	%	73,3	17,1	6,7	2,9
Sağlık Bilgisi	n	74	68	72	26
	%	30,8	28,3	30,0	10,8
Kullanım Şekli	n	54	72	82	32
	%	22,5	30,0	34,2	13,3
Ülke Orijini	n	44	61	78	57
	%	18,3	25,4	32,5	23,8
Üretim Yapılan Yer	n	42	63	91	44
	%	17,5	26,3	37,9	18,3
Katkı Maddeleri	n	80	75	60	25
	%	33,3	31,3	25,0	10,4
Besin Değerleri	n	65	74	70	31
	%	27,1	30,8	29,2	12,9
Saklama Koşulları	n	75	81	63	21
	%	31,3	33,8	26,3	8,8
Firma Adı	n	106	63	52	19
	%	44,2	26,3	21,7	7,9
Kalite Derecelendirme	n	68	80	66	26
	%	28,3	33,3	27,5	10,8

Çizelge 7. Katılımcıların Ambalajlı Süt ve Süt Ürünlerinin Etiketinde Yer Alan Bilgileri Okuma Durumlarına İlişkin Bulgular (n=240)

Besin Değerlerine		Her zaman okurum	Çoğunlukla okurum	Bazen okurum	Hiç okumam
Enerji (Kalori)	n	61	69	76	34
	%	25,4	28,8	31,7	14,2
Protein İçeriği	n	64	64	76	36
	%	26,7	26,7	31,7	15,0
Toplam Yağ Miktarı	n	66	67	73	34
	%	27,5	27,9	30,4	14,2
Doymuş Yağ Miktarı	n	58	65	73	44
	%	24,2	27,1	30,4	18,3
Kolesterol Miktarı	n	48	61	83	48
	%	20,0	25,4	34,6	20,0



Çizelge 7 (devam). Katılımcıların Ambalajlı Süt ve Süt Ürünlerinin Etiketinde Yer Alan Bilgileri Okuma Durumlarına İlişkin Bulgular (n=240)

	n	58	59	81	42
Karbonhidrat (şeker) oranı	%	24,2	24,6	33,8	17,5
Diyet lifi (posa) miktarı	n	48	58	86	48
	%	20,0	24,2	35,8	20,0
Kalsiyum İçeriği	n	52	61	81	46
	%	21,7	25,4	33,8	19,2
Demir İçeriği	n	50	59	81	50
	%	20,8	24,6	33,8	20,8
Tuz veya Sodyum Oranı	n	45	63	76	56
	%	18,8	26,3	31,7	23,3
İçerdiği Vitaminler	n	58	56	77	49
	%	24,2	23,3	32,1	20,4
İçerdiği Mineraller	n	55	60	77	48
	%	22,9	25,0	32,1	20,0

Besin etiketlerindeki memnuniyetsizlikler sorgulandığında en çok işaretlenenin “Üretim ve son kullanma tarihinin kolay bulunur olmaması” olduğu gözlenmiştir. Ayrıca “Bilgilerin silik yazılıyor olması” ve “Bilgilerin anlaşılır olmaması” çok işaretlenen seçenekler arasındadır (Çizelge 8). Erdaş (2019) çalışmasında da besin etiketlerindeki genel memnuniyetsizlikler incelenmiştir ve en çok işaretlenen seçeneğin bu çalışmaya benzer şekilde “üretim ve son kullanma tarihinin kolay bulunur olmaması” seçeneği olduğu görülmüştür. “Bilgilerin silik yazılıyor olması” ve “bilgilerin okunamayacak kadar küçük olması” en çok işaretlenen diğer seçeneklerdendir. Bir başka çalışmada da etiketteki memnuniyetsizlikler sorgulandığında tüketiciler etikette yer alan yazıların küçük olmasından ve metin rengi ile arka plan renginin benzerliğinden ötürü metni tam seçememekten bahsetmişlerdir (Yue et al., 2020). Bu araştırmalardan da

görüldüğü üzere bilinçsiz veya sadece belirli bilgilere odaklı tüketiciler için yasal uygulamalar çerçevesinde etiketteki bilgilerin tüketicinin anlayabileceği şekilde tasarlanması, punto büyüklüklerinin ve renk seçiminin uygun ve dikkat çekici olması gibi konularda ilgili özen gösterilmelidir. Katılımcıların %69,2’si beslenme ile ilgili haberleri farklı kaynaklardan takip ettiklerini bildirmiştir. Bunlar içerisinde en yüksek oranların internet (%63,8) ve televizyon (%42,5) olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 9). Gün ve Orhan (2011) çalışmasında ise %60,1’lik kesimin beslenme bilgilerini gazete, dergi ve televizyondan öğrendiği ortaya konulmuştur. Sonuçlara baktığımızda, geçen zamana ve iletişim araçlarındaki gelişmelere bağlı olarak tüketicilerin bir bilgiyi farklı dönemlerde farklı kaynaklardan edindiği söylenebilir.

Çizelge 8. Katılımcıların Süt ve Süt Ürünleri Etiketleri ile İlgili Memnuniyetsizliklerine İlişkin Bulgular (n=240)

Memnuniyetsizlikler	n	%
Üretim ve son kullanma tarihinin kolay bulunur olmaması	139	57,9
Fiyatın olmaması	68	28,3
Kullanım hakkında yeterli bilginin olmaması	58	24,2
Bilgilerin silik yazılıyor olması	112	46,7
Üründe belirtilen ağırlığın doğru olmaması	53	22,1
Diyet ürünlerinin içerik bilgilerinin eksik olması	61	25,4
Bilgilerin anlaşılır olmaması	83	34,6
Çok fazla bilgi olması	47	19,6
Besin değeri bilgilerinin olmaması	37	15,4
Besin öğelerinin gereksinimizi karşılama oranlarının (referans %) bulunmaması	49	20,4
Fiyatın 1 kg üzerinden verilmemesi	47	19,6
Besin değeri bilgilerinin 1 porsiyon üzerinden verilmemesi	36	15,0
Besin değeri bilgilerinin 100 g ya da 100 ml üzerinden verilmemesi	34	14,2
Hiç memnuniyetsizliğim yok	19	7,9

Çizelge 9. Katılımcıların Beslenme Bilgilerini Öğrenme Kaynaklarına İlişkin Bulgular (n=240)

Değişkenler		n	%
Beslenme ile ilgili Haberleri Takip Etme Durumu	Evet	166	69,2
	Hayır	74	30,8
Beslenme ile ilgili Haberleri Takip Edilen Kaynaklar	Televizyon	102	42,5
	İnternet	153	63,8
	Radyo	14	5,8
	Bilimsel dergiler	36	15,0
	Dergi	32	13,3
	Gazete	36	15,0
	Kitap	27	11,3
	Hiçbir Kaynak	74	30,4

“Hatay ilindeki katılımcıların yaşadıkları ilçelere göre süt ve ürünlerini satın alma davranış düzeyi arasında fark var mıdır?” hipotezine göre; süt ve ürünlerini satın alma sıklığının yaşanılan ilçeye göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Çizelge 10).

“Hatay ilindeki katılımcıların yaşadıkları ilçelere göre süt ve ürünleri ambalajında bulunan etiket bilgisini kontrol etme (okuma) düzeyi arasında fark var mıdır?” hipotezine göre süt ve ürünleri etiketi okuma durumlarının, yaşanılan ilçeye göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Çizelge 11).

“Hatay ilinde yaşayan kadın ve erkek katılımcıların süt ve ürünleri ambalajında bulunan etiket bilgisini kontrol etme (okuma) düzeyi arasında fark var mıdır?” mıdır hipotezine göre süt ve ürünleri etiketi okuma durumunun cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ve kadınların etiket okuma alışkanlıklarının erkeklerden daha fazla olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ) (Çizelge 12).

Çizelge 10. Yaşanılan İlçeye göre Süt ve Ürünleri Satın Alma Sıklıklarının Değerlendirilmesi (n=240)

İlçeler	Süt ve Süt Ürünleri Satın Alma Sıklıkları										Toplam
	Her gün		2 günde bir		Haftada birkaç kere		Haftada birden az		Evde tükenince		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Antakya	10	17,50	11	19,30	20	35,10	5	8,80	11	19,30	57
İskenderun	5	13,90	9	25,00	14	38,90	1	2,80	7	19,40	36
Defne	3	12,50	1	4,20	13	54,20	1	4,20	6	25,00	24
Dörtöyol	0	-	3	16,70	9	50,00	0	-	6	33,30	18
Samandağ	2	11,10	3	16,70	4	22,20	2	11,10	7	38,90	18
Kırıkhan	3	17,60	3	17,60	4	23,50	0	-	7	41,20	17
Reyhanlı	3	20,00	1	6,70	5	33,30	0	-	6	40,00	15
Arsuz	2	14,30	4	28,60	5	35,70	1	7,10	2	14,30	14
Altınözü	1	11,10	2	22,20	5	55,60	1	11,10	0	-	9
Hassa	4	50,00	0	-	3	37,50	1	12,50	0	-	8
Payas	1	16,70	1	16,70	3	50,00	0	-	1	16,70	6
Erzin	1	16,70	2	33,30	1	16,70	0	-	2	33,30	6
Yayladağı	2	40,00	1	20,00	2	40,00	0	-	0	-	5
Belen	0	-	1	20,00	3	60,00	1	20,00	0	-	5
Kumlu	0	-	0	-	1	50,00	0	-	1	50,00	2
Toplam	37	15,40	42	17,50	92	38,30	13	5,40	56	23,30	240
$\chi^2=53,48$	$p=0,57$	$p>0,05$									

Çizelge 11. Yaşanılan İlçeye göre Süt ve Süt Ürünleri Etiketini Okuma Durumlarının Değerlendirilmesi (n=240)

İlçeler	Hiç okumam		Bazen okurum		Çoğunlukla okurum		Her zaman okurum		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Antakya	1	1,8	23	40,4	23	40,4	10	14,5	57	100
İskenderun	1	2,8	11	30,6	14	38,9	10	27,8	36	100
Defne	1	4,2	8	33,3	12	50	3	12,5	24	100
Dörtöyl	0	0	5	27,8	12	66,7	1	5,6	18	100
Samandağ	1	5,6	6	33,3	6	33,3	5	27,8	18	100
Kırıkhan	0	0	3	17,6	9	52,9	5	29,4	17	100
Reyhanlı	0	0	5	33,3	7	46,7	3	20	15	100
Arsuz	2	14,3	8	57,1	2	14,3	2	14,3	14	100
Altınözü	1	11,1	2	22,2	3	33,3	3	33,3	9	100
Hassa	0	0	3	37,5	4	50	1	12,5	8	100
Payas	1	16,7	1	16,7	1	16,7	3	50	6	100
Erzin	1	16,7	3	50	1	16,7	1	16,7	6	100
Yayladağı	0	0	0	0	2	40	3	60	5	100
Belen	0	0	0	0	4	80	1	20	5	100
Kumlu	0	0	1	50	1	50	0	0	2	100
<b>Toplam</b>	<b>9</b>	<b>3,8</b>	<b>79</b>	<b>32,9</b>	<b>101</b>	<b>42,1</b>	<b>51</b>	<b>21,3</b>	<b>240</b>	<b>100</b>

$X^2=46,90$        $P=0,28$        $p>0,05$

Çizelge 12. Cinsiyet ile Süt ve Süt Ürünleri Etiketini Okuma Durumlarının Değerlendirilmesi (n=240)

Etiket Okuma Durumları	Kadın		Erkek		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Hiç okumam	1	11,11	8	88,89	9	100
Bazen okurum	48	60,76	31	39,24	79	100
Çoğunlukla okurum	51	50,50	50	49,50	101	100
Her zaman okurum	32	62,75	19	37,25	51	100
<b>Toplam</b>	<b>132</b>	<b>55,00</b>	<b>108</b>	<b>45,00</b>	<b>240</b>	<b>100</b>

$X^2=10,13$        $p=0,02$        $p<0,05$

Kadınların %62,75'i, erkeklerin ise %37,25'i süt ve ürünleri etiketini her zaman okuduklarını belirtmiştir. Coşkun ve Kayışoğlu (2016) araştırmasında da bu çalışmaya benzer bir sonuç elde edilmiştir ve kadınların etiket bilgisine erkeklere oranla daha çok dikkat ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır. 2019 yılında İzmir'de yapılan bir başka çalışmada ise besin etiketi okuma durumu ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır (Soylar, 2019). Ljubičić et al. (2022) çalışmasında da bu çalışmaya benzer bir sonuç elde edilmiştir ve kadınların besin etiketlerini daha sık okudukları

bulunmuştur. Başka bir çalışmada besin etiketi okumada cinsiyet farklılıklarının satın alma esnasında BOP (Back of package) etiketin ve satın aldıktan sonra FOP (Front of package) etiketin okunmasında olduğu gözlenmiştir ve kadın katılımcıların bahsettiğimiz durumlarda erkeklerden daha fazla etiket okuduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bryła, 2020).

“Hatay ilinde yaşayan ve çeşitli hastalıklara sahip katılımcıların süt ve ürünleri ambalajında bulunan etiket bilgisini kontrol etme (okuma) düzeyi nedir?” hipotezine göre süt ve ürünleri etiketi okuma durumunun sağlık

sorunlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Çizelge 13). Tip 2 diyabetli bireylerle yapılan çalışmada besin etiketi okuma alışkanlıklarının yeterli seviyede olmadığı görülmüştür (Çalık ve ark., 2020). Aşırı kilolu ve normal ağırlıktaki bireylerin

besin etiketi okuma durumlarını değerlendiren bir çalışmada ise; normal ağırlıktaki bireylerin besin etiketi okuma alışkanlıklarının daha fazla olduğu sonucu ortaya konulmuştur (Öztürk Duran, 2017).

Çizelge 13. Var olan Sağlık Sorunları ile Süt ve Süt Ürünleri Etiketini Okuma Durumlarının Değerlendirilmesi (n=240)

Sağlık Sorunları	Hiç Okumam		Bazen okurum		Çoğunlukla okurum		Her zaman okurum		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Yok	7	5	47	33,8	61	43,9	24	17,3	139	100
Diyabet	1	3,6	8	28,6	11	39,3	8	28,6	28	100
Kalp-Damar	1	4,5	8	36,4	11	50	2	9,1	22	100
Böbrek	0	0	1	33,3	2	66,7	0	0	3	100
Mide Bağırsak	0	0	3	25	4	33,3	5	41,7	12	100
Şişmanlık	0	0	8	47,1	4	23,5	5	29,4	17	100
Diğer	0	0	4	21,1	8	42,1	7	36,8	19	100
Toplam	9	3,8	79	32,9	101	42,1	51	21,3	240	100

$X^2=16,41$   $P=0,56$   $p>0,05$

## SONUÇ

Genel olarak değerlendirildiğinde Hatay ilindeki bireylerin süt ve ürünleri etiketindeki tüm bilgilere yeterince önem vermediği ve satın alma davranışında yeterli dikkati göstermedikleri görülmüştür. Bireylerin beslenme ile ilgili haberleri en çok internet ve televizyondan takip ettikleri görülmüştür ve bu nedenle özellikle internet ve televizyon gibi iletişim araçlarında beslenme ile ilgili bilgilerin, alanında uzman kişiler tarafından tüketicilere aktarılması ve kamu spotlarının açık ve net bilgilerle düzenlenmesi gereklidir. Ayrıca besin etiketleri ile ilgili düzenlenmeler yapılmalı ve etiket üzerindeki yazılar halka indirgenerek daha anlaşılır olmalıdır. Etiketlerdeki yazıların daha büyük yazılması ve daha görünür bir noktada yer alması gerekmektedir. Diyetisyenler okullarda, hastanelerde veya çeşitli seminerlerde verdikleri beslenme eğitimlerinde besin etiketlerine de yer vermelidir. Ayrıca diyetisyenler, marketten satın alınan ürünlerin sağlıklı olması ve uygulanan diyetlerin sürekliliği adına danışanlara besin etiketlerinde dikkat edilmesi gereken noktalar hakkında bilgilendirmeler yapmalıdır. Başta Hatay olmak üzere Türkiye'nin her bölgesinde diyetisyenler, doktorlar, gıda mühendisleri, veteriner hekimler, akademisyenler gibi bu alanda uzmanlaşmış tüm meslek kolları tarafından multidisipliner bir anlayış ile toplumun bilinçlenmesi adına süt ve ürünlerinin yararlarının anlatılması, satın alma davranışında nelere dikkat edilmesi gerektiği ve besin etiketleri ile ilgili eğitimler düzenlenmelidir.

## KAYNAKLAR

Bryła P (2020) Who Reads Food Labels? Selected Predictors of Consumer Interest in Front-of-Package and Back-of-

Package Labels during and after the Purchase. *Nutrients* 12(9): 2605.

Coşkun F ve Kayışoğlu S (2016) Besin Etiket Okuma Alışkanlıklarına Tüketici Yaşının Etkisinin Araştırılması. *Journal of Human Sciences* 13(3): 4876-4890.

Çalık G, Kaner Tohtak G, Yaşın T (2020) Tip 2 Diyabetli Bireylerin Besin Etiket Okuma Alışkanlıkları ve Etiket Okuma Alışkanlıklarının Besin Satın Alma Davranışları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* 5(3): 255–262.

Çinbolat C (2006) Tüketicilerin Besin Etiketleri Üzerindeki Bilgilere İlişkin Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Erdaş FN (2019) Bireylerin Besin Etiketini İncelemesi Konusundaki Tutum ve Davranışları ile Etiket Bilgisinin Besin Seçimine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Gökhan EE ve Arıkan MS (2018) Fırat Üniversitesi Çalışanlarının Süt ve Süt Ürünleri Satın Alma Tercihleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 3(2): 125–129.

Gültekin B (2019) Adölesanlarda Sağlık Algısının Besin Etiket Okuma Alışkanlıkları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Gün İ ve Orhan H (2011) Süt ve Ürünleri Tüketicilerinin Etiket Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(1): 45–51.

- Kamboj P, Bhatia N, Toteja GS (2022) Awareness and Knowledge of Nutrition Labels on Pre-packaged Food Items among Urban Adolescents of Delhi, India. The Indian Journal of Home Science 34(1): 154-166.
- Kasan Özdemir D (2013) İstanbul İlinde Tüketicilerin Gıda Etiketleri Konusunda Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ljubičić M, Sarić MM, Rumbak I, Barić IC, Sarić A, Komes D, Šatalić Z, Dželalija B, Guiné RP (2022) Is Better Knowledge about Health Benefits of Dietary Fiber Related to Food Labels Reading Habits? A Croatian Overview. Foods 11(15): 2347.
- Onurlubaş E ve Çakırlar H (2016) Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(1), 217–242.
- Özbey F (2020) Üniversite Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi 2(1): 1-6.
- Özgen L (2004) Tüketicilerin Besin Etiketleri Okuma Alışkanlıkları, Beslenme Etiketleri ve Ambalaj Tercihleri ile İlişkili Faktörler. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk Duran EE (2017) Obez ve Normal Ağırlıktaki Bireylerin Besin Etiketleri Okuma Alışkanlıkları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Soylar S (2019) Evaluation of Label Reading Habits According to Gender. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tapkı N, Tapkı İ, Dağistan E, Sapmaz K (2021) Hatay İlinde Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Yerleri ve Tüketici Tercihlerini Etkileyen Faktörler İskenderun İlçesi Örneği. Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi 4(1): 10–22.
- Yıldırım N ve Genc S (2017) Energy and Exergy Analysis of a Milk Powder Production System. Energy Conversion and Management, 149: 698-705.
- Yue, D, Qiang L, Wen L, Hongrui Z, Jia H, Ye D, Peng L, Min D, Xiaoran F (2020) Research on Consumers' Cognition and Demand for Food Label Information IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 512(1).

## DNA Barcoding of *Docotettix cornutus* Ribaut, 1948 (Hemiptera: Cicadellidae)

Sema AVTAŞ<sup>1</sup> , Eyyüp Mennan YILDIRIM<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> *Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Aydın, TURKIYE*

**Abstract:** *Docotettix cornutus* Ribaut 1948 (Hemiptera: Cicadellidae) is a species that can cause economic damage to crops such as tomato, olive, pomegranate, and maize and is distributed worldwide. Since morphological identification is very difficult due to the small size of this pest there is a lack of experts and no record of molecular identification, DNA barcoding was aimed. In this study, *D. cornutus* was collected from pomegranate orchards in Aydın, İzmir and Manisa provinces (Türkiye) using Japanese umbrellas and suction tubes. After morphological identification of the species, HCO/ LCO universal primers were used to amplify the COI gene region of the specimen, and healthy reads were made between 499 bp (SE05) and 675 bp (SE07). Sequence analysis of the specimen was performed by Triogen Biotechnology (İstanbul-Türkiye). *D. cornutus* was registered in Genebank for the first time and a GeneBank accession number was obtained. When the specimens were compared with other registered specimens in the BLAST module at NCBI, it was seen that the closest species to *D. cornutus* was *Synophropsis lauri*.

**Keywords:** COI, DNA barcoding, *Docotettix cornutus*, Türkiye

### *Docotettix cornutus* Ribaut, 1948 (Hemiptera:Cicadellidae)'UN DNA BARKODLAMASI

**Öz:** *Docotettix cornutus* Ribaut 1948 (Hemiptera: Cicadellidae) domates, zeytin, nar ve mısır gibi bitkiler üzerinde ekonomik zarara neden olabilen ve tüm dünyada yayılış gösteren bir türdür. Morfolojik teşhisi zararlının küçük olması ve uzman eksikliği gibi nedenlerle oldukça zor yapılabilmekte olup, moleküler teşhisi ile ilgili herhangi bir kayıt da bulunmaması nedeniyle DNA barkodlamasının yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada *D. cornutus*; Aydın, İzmir ve Manisa illerinde (Türkiye) nar bahçelerinden japon şemsiyesi ve emgi tüpü yardımıyla toplanmıştır. Morfolojik olarak tür teşhisi yapıldıktan sonra; örneklerin COI gen bölgesinin çoğaltılması için HCO/ LCO evrensel primerler kullanılmış ve 499bp (SE05) ile 675bp (SE07) arasında sağlıklı okuma yapılmıştır. Örneklerin sekans analizi Triogen Biyoteknoloji (İstanbul-Türkiye) tarafından yapılmıştır. *D. cornutus* ilk kez Genbank'a kaydedilmiş ve Gen Bankası erişim numarası alınmıştır. Örnekler; NCBI'da BLAST modülünde diğer kayıtlı örneklerle karşılaştırıldığında *D. cornutus* 'a en yakın türün *Synophropsis lauri* olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** COI, DNA barkodlama, *Docotettix cornutus*, Türkiye

### INTRODUCTION

*Docotettix cornutus* Ribaut, 1948 (Hemiptera: Cicadellidae) has been found on economically important plants such as tomato, olive, pomegranate, maize (Tedeschi and Alma 2006; Lodos and Kalkandelen 1984; Başpınar et al., 2013). Their body length usually varies between 2 mm and 10 mm. In general, they have a narrow triangle-like body structure. They lay their eggs in plant tissue and have a stinging-sucking mouth structure. Cicadellidae species can cause damage by sucking the sap of leaves of plants, carrying viral disease agents and blocking the conduction tissues during feeding (Lodos, 1986).

Reliable identification of species is crucial for taxonomic classification. Traditional species identification methods are based only on morphological characteristics. Many criteria such as the appearance and behavioral characteristics of individuals belonging to the same species living in different ecosystems have proved that the use of advanced technologies instead of traditional methods based only on morphological characteristics is a more reliable method (Komazaki et al., 2011). The COI gene region can be used as an identification marker in insect studies as well as in most animal groups (Dayan and Yıldırım, 2023). Compared to

other protein-coding genes, it has many important advantages such as having extensive phylogenetic data and ease of processing (Folmer et al., 1994; Polat et al., 2018). For these reasons, this study aimed to perform gene barcoding of *D. cornutus*.

### MATERIAL and METHODS

#### Collection of samples

In this study, *D. cornutus* samples (20 adults) were collected from pomegranate orchards in Aydın, İzmir and Manisa provinces (Türkiye) using Japanese umbrellas and suction tubes in the summer of 2019 (July-August) and the coordinates are given in Table 3.

#### Laboratory studies

Specimen identification was carried out by Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR (Aydın Adnan Menderes University, Faculty of

\* **Corresponding Author:** [emyildirim@adu.edu.tr](mailto:emyildirim@adu.edu.tr)

This study was supported by Aydın Adnan Menderes University, Scientific Research Projects Directorate, project number ZRF-20005.

**The submitted date:** May, 21, 2024

**The accepted date:** September, 25, 2024

Agriculture, Department of Plant Protection, Aydın, Türkiye). DNA isolation of 5 different insect samples that were morphologically identified was performed using the QIAGEN DNA isolation kit as described in the protocol.

The universal HCO/LCO primers used for amplification of the COI region are given in Table 1 (Amin et al., 2014; Polat et al., 2018).

**Table 1.** Universal primers used in the study

LCO1490 GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG

HCO2198 TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA

The PCR cycle was performed as indicated in Table 2. Sequencing of the samples was performed at Triogen Biotechnology using an ABI 3730XL DNA sequencer (Applied Biosystems). The primer pair used in PCR was also used in sequencing. The sequences obtained with both primers were aligned using Bioedit, Clustal X software (Hall, 1999) and a common sequence was obtained.

**Table 2.** The PCR cycles used in the study to clone COI gene regions

Stages of PCR	Temperature/ Time	Cycle number
Initial denaturation	94 °C / 4 min	1
Steps of cycles	Denaturation	94 °C / 45 sec
	Primer annealing	55 °C / 1 min
	Extension	72 °C / 1 min
Final extension	72 °C / 10 min	1

**RESULTS and DISCUSSION**

Adult (A) and aedagus (B) of *D. cornutus* are shown in Figure 1. The pest is 2-10 mm long and its body structure resembles a narrow triangle.

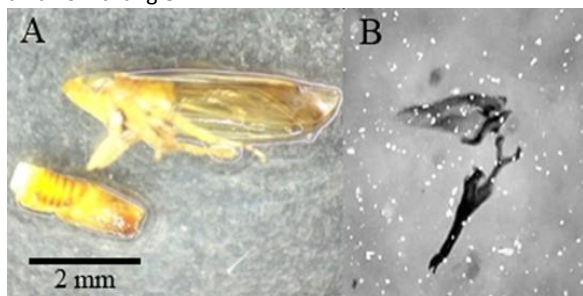


Figure 1. *Docotettix cornutus* (A) adult and its aedagus (B)

The band images of the samples after PCR are given in Figure 2.

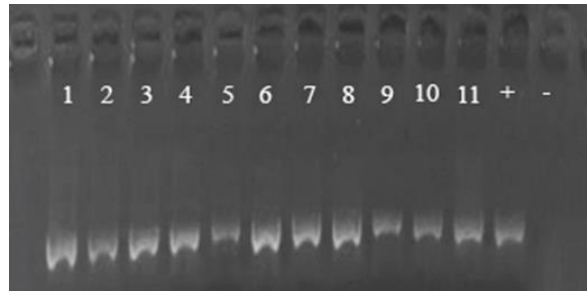


Figure 2. Gel image of eleven samples of *Docotettix cornutus*, positive control (+), and negative control (-).

NCBI accession numbers and locality information of the samples are given in Table 3

**Table 3.** NCBI accession numbers and locality information of the samples

Sample number	NCBI Gene Bank Accession Number	Locality
SE01	BQ0191204	39° 4' 8" N- 26° 53' 28" E
SE05	BQ0191205	37°52' 23" N- 28° 31' 42" E
SE07	BQ0191206	37° 53' 2" N- 28° 12' 2" E
SE14	BQ0191207	39° 5' 10" N – 26° 54' 9" E
SE15	BQ0191208	37° 47' 58" N – 27° 55' 40" E

After morphological identification of the species, HCO / LCO universal primers were used to amplify the COI gene region of the specimens and healthy reads were made between 499 bp (SE05) and 675 bp (SE07).Thymine 33.33% - 33.89%, Cytosine 14.19% - 15.03%, Adenine 31.86% - 32.94% and Guanine 18.81% - 20.24% were observed in our samples. When the distance between within-group samples was calculated, it was observed that SE05 and SE07 carried the same haplotype, while SE15 and SE5 were the most distant haplotypes (1. 83%) (Table 4).

**Table 4.** Table of genetic distance between sequences within a group\*

	SE14	SE07	SE01	SE05
SE14				
SE07	0,00770			
SE01	0,00770	0		
SE05	0,01012	0		
SE15	0,01010	0,01522	0,01522	0,01832

\*Each number indicates the genetic distance between sequences.

The result of BLAST analysis with the DNA nucleotide sequence of the mtDNA COI gene region of *D. cornutus* is given in Figure 2..

```

Query 10 AAATAAGTGTGATATAAGATAGGGTCTCCCCCTCCTGATGGATCAAAGAATGATGTATT 69
Sbjct 658 AAATAAGTGTGATATAAGATAGGGTCTCCTCCTCCTGATGGATCAAAGAATGATGTATT 599

Query 70 TAAGTTTCGGTCTGTAAGAAGCATGGTAATGCTCCAGCCAATACTGGTAGGGATAATAA 129
Sbjct 598 TAAGTTTCGGTCTGTAAGAAGCATGGTAATGCTCCAGCCAATACTGGTAGGGATAATAA 539

Query 130 TAGTAAATCGCTGTAATTAATACTGATCACACAAATAATGGTGTTTTTCTAATAGTAT 189
Sbjct 538 TAGTAAATCGCTGTAATTAATACTGATCACACAAATAATGGTGTTTTTCTAATAGTAT 479

Query 190 TCCTGAAGGTCGCATATTTATTACAGTTGTAATAAAGTTAATTGCTCCTAGAAATTGATGA 249
Sbjct 478 TCCTGAAGGTCGCATATTTATTACAGTTGTAATAAAGTTAATTGCTCCTAGAAATTGATGA 419

Query 250 AATTCCCTGCTAGGTGTAGCGAGAAGATTGATAGATCTACTCTTGGCCCTGAGTGGGCAAT 309
Sbjct 418 AATTCCCTGCTAGGTGTAGCGAGAAGATTGATAGATCTACTCTTGGCCCTGAGTGGGCAAT 359

Query 310 ATTAGATGAAAGGGGTGGGTATACCGTTCATCCTGTTCTCTGTTCTTCTACTATTGA 369
Sbjct 358 ATTAGATGAAAGGGGTGGGTATACCGTTCATCCTGTTCTCTGTTCTTCTACTATTGA 299

Query 370 TCTTGAAAGTAATAATGTAATGATGGGGTAGTAATCAAATCTTATGTTATTTAATCG 429
Sbjct 298 TCTTGAAAGTAATAATGTAATGATGGGGTAGTAATCAAATCTTATGTTATTTAATCG 239

Query 430 TGGGAATGCTATATCAGGGGCTCCAATTATAAGTGGAACATAATCAATCCCAAACCTCC 489
Sbjct 238 TGGGAATGCTATATCAGGGGCTCCAATTATAAGTGGAACATAATCAATCCCAAACCTCC 179

Query 490 AATTATAATTGGTATAACTATGAAGAAGATTATAATAAATGCATGAGCTGTAACAATTAC 549
Sbjct 178 AATTATAATTGGTATAACTATGAAGAAGATTATAATAAATGCATGAGCTGTAACAATTAC 119

Query 550 ATTATATGCTTGGTCGTTATTAATGAATGATCCTGGTTGTGCTAATCAATCCGAATAAT 609
Sbjct 118 ATTATATGCTTGGTCGTTATTAATGAATGATCCTGGTTGTGCTAATCAATCCGAATAAT 59

Query 610 TATTCTGAGTATTATACCTAGCATTCTGATCAAATACCAAATATGAAGTATATAGTT 667
Sbjct 58 TATTCTGAGTATTATACCTAGCATTCTGATCAAATACCAAATATGAAGTATATAGTT 1

```

Figure 2. BLAST analysis results with DNA nucleotide sequence of the mtDNA COI gene region of *Docotettix cornutus*

As a result of BLASTn, the species with the closest similar sequence was identified as *Synophropsis lauri* (Hemiptera: Cicadellidae). GenBank accession number of the identified sequence (Sequence ID): MK188542.1 Length: 658 bp, Similarity: 656/658 (99%).

The use of COI region in the identification of Cicadellidae species continues to develop as a common method (Demichelis et al., 2010; Lin et al., 2010; Sottile 2010; Kosovac et al., 2020). In our study, the COI gene sequence was examined, and it was determined that the similarity rate with the close species *Synophropsis lauri* was 99%. Footitt et al. (2014) determined 99% similarity in their study to determine the limits of genetic diversity of Cicadellidae species with nearby species and to determine the personal reflections of each species. Sreejith and Sebastian (2014) reported that the spread rate of Aleyrodidae is high, and the genetic similarity is high in their study with samples taken from nearby countries. In our study, samples taken from Manisa, Aydın and İzmir provinces showed the same similarity in the NCBI database, indicating that the

transmission is proportional. With this study, DNA barcoding of *Docotettix cornutus* was performed for the first time and recorded in Genbank.

## CONCLUSION

The fact that Cicadellids are small insects and the insufficient number of experts working on this subject makes morphological diagnosis difficult. However, it is clear that in cases where the number of specimens is small or the number of male individuals is low, identification can be made easily and reliable results can be obtained by using the COI gene region. Within the framework of our study, DNA barcoding of *Docotettix cornutus* was performed for the first time and recorded in NCBI Genebank.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR for the identification of the specimens and Dr. Ferhat KIREMİT for his support at every stage of the study.



## REFERENCES

- Amin S, Scheffer SJ, Lewis ML, Pasha MK, Bhuiya BA (2014) DNA barcoding of the vegetable leaf miner *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Bangladesh. *DNA Barcodes*, 2: 29-33.
- Başpınar H, Yıldırım EM, Xing J (2013) Determination and population fluctuations of Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) species in pomegranate orchards in Aydın Province, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37(1), 3-11.
- Dayan C, Yıldırım EM (2023) *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae)'nin DNA Barkodlaması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 167-172. doi:10.25308/aduziraat.1296979
- Demichelis S, Manino A, Sartor C, Cifuentes D, Patetta A (2010) Specific identification of some female Empoascini (Hemiptera: Cicadellidae), using morphological characters of the ovipositor and isozyme and mtCOI sequence analyses. *Canadian Journal of Entomology*, 142(6), 513-531. <https://doi.org/10.4039/n10-008>
- Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marker Biotechnology Journal*, 3, 294-299.
- Footitt RG, Maw E, Hebert PDN (2014) DNA barcodes for nearctic Auchenorrhyncha (Insecta: Hemiptera). *Journal of Entomological Studies*, 9 (7) 101-385.
- Hall TA (1999) BioEdit: A User-Friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95-98.
- Komazaki, S., Toda, S., Shigehara, T., Kanazaki, S., Izawa, H., Nakada, K., & Souda, E. (2011). The genetic structure of *Aphis gossypii* populations in Japanese fruit orchards. *Entomologia experimentalis et applicata*, 140(2), 171-179.
- Kosovac A, Sciban M, Pancic I, Toth M, Ronkay L, Orosz A (2020) Revealing The Presence Of The East Asian Leafhopper *Tautoneura polymutusa* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Typhlocybinae) In Serbia Through Dna Barcoding. *Serbia Magazine Ecology*, 25(1), 83-86.
- Lin LH, Ji X, Diong CH, Du Y, Lin CX (2010) Phylogeography and population structure of the Reevese's Butterfly Lizard (*Leiolepis reevesii*) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Journal of Molecular Phylogenetic Evolution*, 56 ( 2 ): 601–607. 10.
- Lodos N (1986) *Türkiye Entomolojisi II, Genel, Uygulamalı ve Faunistik*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 429, s.580.
- Lodos N, Kalkandelen A (1984) Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey. XVI. Family Cicadellidae: Typhlocybinae: Erythroneurini. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8: 201-210.
- Polat F, Serkan DE, Bingöl G, Kekillioğlu 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.
- Sottile L (2010) Formation and rearrangement of spermatodesms in males of some Orthoptera Tettigoniidae. *Journal of Tissue and Cell Science In Entomology*, 42(1), 18-23.
- Sreejith K, Sebastian C. (2014) Molecular evolutionary analysis of paddy pest, *Cofana spectra* (Distant) (Hemiptera: Cicadellidae) using partial DNA sequence of cytochrome oxidase subunit I (COI) gene. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 3: 135 -140.
- Tedeschi R, Alma A (2006) The American Phytopathologia Society, *Fieberiella florii* (Homoptera: Auchenorrhyncha) as a vector of *Candidatus Phytoplasma mali*. *Journal of Plant Diseases*, 90(3), 284-29.

## Yerli Üretim Bir Pnömatik Tahıl Ekim Makinasının Ekim Performansının Değerlendirilmesi

Lütfi ÖZENÇ<sup>1</sup> ID, Cengiz ÖZARSLAN<sup>\*2</sup> ID<sup>1</sup> Söke Ziraî Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Aydın, Türkiye<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği, Aydın, Türkiye

**Öz:** Bu çalışmada, 32 ayaklı, pnömatik normal sıravari tahıl ekim makinasında, üç farklı tohum çeşidi, üç farklı hava hızı, iki farklı yapıda düşey iletim borusu ve iki farklı malzemeden yapılmış dağıtıcı başlık kapağı kullanılmıştır. Sıra üzeri ve ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü ile tohumlarda meydana gelen zedelenmeler belirlenerek, bu parametrelerin tohum dağılım düzgünlüğü ve zedelenme üzerine etkileri laboratuvar ve tarla şartlarında ortaya konmuştur.

Çalışmalar sonucunda, ayaklar arası dağılım düzgünlüğünün arpa tohumu ve arpa-fiğ karışımı için en düşük varyasyon katsayısı KB-PK'da (Körüklü boru-Plastik kapak), buğday tohumu için KB-PK ve KB-DK'da (Körüklü boru-Döküm kapak) elde edilmiştir. GB-DK (Galvanizli boru-Döküm kapak) ve GB-PK (Galvanizli boru-Plastik kapak) kullanılarak yapılan ayaklar arası dağılım düzgünlüğü çalışmalarında bütün sonuçlar yetersiz (VK>%6,3) grupta yer almıştır. Sıra üzeri dağılım düzgünlüğü çalışmasında iyilik derecesi yönünden tüm malzeme kombinasyonlarında ve uygulanan üç farklı hava hızlarında denemelerin büyük bir çoğunluğu %72'nin üzerinde yani çok iyi grubunda yer almıştır. Varyasyon faktörü açısından KB-PK uygulamasında 17 m/s hava hızında arpa, 21 m/s hava hızında buğday denemesi hariç bütün denemeler normal sıraya ekime uygundur.

**Anahtar kelimeler:** Dağıtma Başlığı, Düşey Tohum Borusu, Hava Hızı**The Evaluation of Performance of the Domestic Manufactured Pneumatic Seed Drill**

**Abstract:** In this study, it was intended to determine the performance of a 32 rows-pneumatic type seed drill at three different seed varieties, three different air speeds, two different vertical air pipes and two different materials of the distribution head. The seed distribution uniformity in rows and between furrow openers and possible damages in seeds were determined and the effects of these parameters on seed distribution uniformity and damage were determined in laboratory and field conditions.

As a result of the studies, the lowest coefficient of variation of the distribution uniformity between furrow openers was found in KB-PK (Bellows pipe-Plastic cover) for barley seed and the barley-vetch mixture, in KB-PK and KB-DK (Bellows pipe-Casting cover) for wheat seeds. All results were in the insufficient (VK>6,3%) group in the distribution uniformity between furrow openers by using GB-DK (Galvanized pipe-Casting cover) and GB-PK (Galvanized pipe-Plastic cover). In terms of the goodness criteria in the uniformity of the seeds distribution in row studies, the majority of the experiments were above 72% that is, in the "very good" group, for all material combinations and three different air speeds applied. In terms of variation factor, in the KB-PK application, all trials except barley at 17 m/s air speed and wheat at 21 m/s air speed were found suitable for normal seed drill.

**Keywords:** Distribution Head, Vertical Air Pipe, Air Speed**GİRİŞ**

Tahıllar Türkiye'de en yaygın olarak yetiştirilen tarla bitkileridir. İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan tahıllar, hayvan beslenmesi ve endüstride de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde çok değişik iklimlere sahip bölgelerin olması, yılda dört mevsimin yaşanması, tarım topraklarımızın çeşitliliği, kurak, sulak ve nemli alanların bulunması kültürü yapılan bitkilerin çeşitliliğini arttırmıştır. Verim düzeyi düşük fakat tahıl ekim alanı geniş olan yurdumuz gibi ülkeler, verimlerdeki küçük artışlarda bile büyük üretim artışlarını gerçekleştirebilecek potansiyeli taşımaktadır.

Ülkemizde bazı önemli tahılların üretim miktarı 2023 yılında bir önceki yıla göre %9 oranında artarak yaklaşık 41,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

-Tarımsal üretim süreci içerisinde toprak işlemenin ardından gerçekleştirilen, ana bitkiyi oluşturacak tohumları tohum yatağına bitki isteklerine uygun yatay düzlemdeki bir dağılımla belirli bir derinliğe yerleştirme ve üzerini kapatma

işlemine ekim denilmektedir (Karayel ve Özmerzi, 2005). Ekim ile birlikte bitkisel üretim süreci başlamaktadır. Bu süreç çeşitli aşamalardan geçerek yeni bir bitki ve sonunda yeni bir tohum oluşuncaya kadar sürmektedir.

Tarımsal faaliyetler içerisinde üretimi artırmanın önemli faktörlerin birisi de ekim yöntemidir. Tahıl üretiminde verimin artırılması için bölge, iklim ve toprak koşullarına uygun ekim makinaları ve doğru bir ekim tekniğinin kullanılması gerekli olmaktadır (Altuntaş ve ark., 1999; Altuntaş ve ark., 2007).

**\*Sorumlu Yazar:** ozarslanc@yahoo.com Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje No: ZRF-16024)

**Geliş Tarihi:** 5 Temmuz 2024**Kabul Tarihi:** 16 Temmuz 2024

Çizelge 1. Türkiye’de bazı tahılların 2022-2023 yıllarına ait ekiliş, üretim ve verim değerleri (TÜİK, 2024)

Tahıl	2022			2023		
	Ekiliş (ha)	Üretim (Ton)	Verim (kg/da)	Ekiliş (ha)	Üretim (Ton)	Verim (kg/da)
<b>Buğday</b>	6.628.739	19.750.000	298	6.832.602	22.000.000	322
<b>Arpa</b>	3.199.487	8.500.000	266	3.278.176	9.200.000	281
<b>Yulaf</b>	137.655	365.000	265	138.212	410.000	297
<b>Mısır</b>	911.885	8.500.000	932	958.017	9.000.000	939
<b>Çeltik</b>	120.523	950.000	788	112.120	900.000	803
<b>TOPLAM</b>	10.998.289	38.065.000		11.319.127	41.510.000	

Başarılı bir ekim; düzgün sıra arası mesafe ve ekim derinliğinin yanı sıra, tohumların sıra üzerindeki dağılım düzgünlüğüne bağlıdır. Sıra üzeri tohum dağılımı, bitkinin yaşam alanı düzgünlüğünü ve buna bağlı olarak da bitkinin gelişimini ve verimini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Tahıl ekim makinalarıyla yapılan ekim işleminde ekim normu ayarını hacimsel olarak yapılabilen ekici düzenler kullanıldığı için tohumların ekici düzenden çiziye ulaştırılması kesiksiz akış ile gerçekleştirilmektedir. Normal (kesiksiz) sraya ekim olarak adlandırılan bu ekim yönteminde sıra üzeri tohumlar arası mesafeler belirgin değildir.

Ekim işlerinde tohumların toprak içerisindeki dağılımı yatay ve düşey dağılım konuları ile ifade edilmektedir. Bu dağılım, bitkilerin yeknesak gelişimi ve verimi yönünden önemli bir etkiye sahiptir. Uygun toprak işleme yöntemi, gübreleme ve bitki koruma gibi üretimi arttırıcı önlemlerin yanında düzgün bir yaşam alanı sağlayarak verimde artış sağlayabilmektedir (Heege, 1993).

Ekimin başarısı, sıra üzeri bitki dağılımında ve ekim derinliğinin düzgünlüğünün yanında, yüksek bir tarla çıkış derecesinin sağlanmasına bağlıdır. Tarla çıkış derecesi üzerinde doğa koşulları, ekim makinası ve tohumluk etkili olmaktadır (Önal, 2011).

Pnömatik tahıl ekim makinaları, küçük tohumların ve çapa bitkilerinin ekiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tip makinalarda tohumların dağıtımı hava akımı yardımıyla yapılmaktadır. Depo alt kısmında bulunan ve makina tekerleğinden hareket alan yuvalı çark, tohumları depodan alarak hava akımı önüne bırakmaktadır. Traktör kuyruk milinden hareket alan bir fanın oluşturduğu hava akımı ile tohumlar körüklü boru ile yukarıya taşınmakta ve yatay dağıtıcıya (dağıtıcı başlık) çarparak tohum borularına dağılmaktadır. Tohumlar hava akımı yardımıyla ekici ayaklara kadar iletilmektedir. Bu makinaların iş genişlikleri 5-15 m olabilmektedir.

Pnömatik iletimle tohumların gömücü ayaklara düzgün olarak verilmesi, tohumların dağıtma başlığı çevresine dizili olan tohum borularına simetrik dağılımı ile mümkündür. Dağıtma başlığından tohum borularına tohumların simetrik dağılımı; iletim borusundaki havanın hızına, tohumun

aerodinamik özelliklerine, sistemde dirsek bulunup bulunmamasına, tohumların oluklu makaradan iletim borusuna bırakılış şekline ve düşey tohum borusunun eğimine bağlıdır (Önal, 2011).

Bu çalışmada 32 ayaklı, pnömatik normal sınavari tahıl ekim makinasında, farklı ekim normlarında üç farklı tohum çeşidi (buğday 20 kg/da, arpa 16 kg/da ve arpa-fiğ karışımı 18 kg/da), üç farklı hava hızı (17, 21 ve 25 m/s), iki farklı yapıda düşey iletim borusu (körüklü döküm ve galvanizli boru) ve iki farklı malzemeden yapılmış dağıtıcı başlık kapağı (döküm ve sert şeffaf plastik) kullanılarak sıra üzeri ve ayaklar arası tohum/bitki dağılım düzgünlüğüne etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Söke Ziraî Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü Test Merkezi ve arazisinde yürütülmüştür. Arazi, Söke ilçe merkezinin 6 km güneyinde Söke ovası içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 10 m, enlem derecesi 37°42' kuzey, boylam derecesi ise 27°22' doğudur.

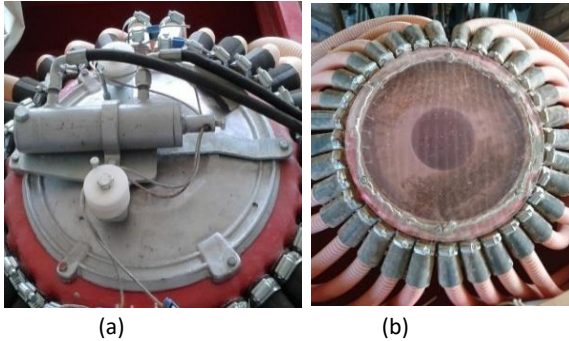
Araştırmada kullanılan yerli üretim pnömatik etkili tahıl ekim makinası 32 adet balta tipi ayaklı olup ayaklar arası mesafe 12,5 cm'dir (Şekil 1). Makinada kullanılan merkezi tohum ekici düzen oluklu makaralı tip olup hareketini makinanın tekerleğinden almaktadır. Aktif alanı değiştirilerek ekim normu ayarlanabilen bu ekici düzen yardımıyla tohum venturi lülesine gönderilmektedir. Traktör kuyruk milinden hareket alarak çalışan bir fanın oluşturduğu hava akımı tohumları beraberinde sürüklemektedir.



Şekil 1. Araştırmada kullanılan pnömatik tahıl ekim makinesi Venturi boğazında sağlanan hava akımıyla sürüklenen tohumlar önce düşey tohum borusuna, buradan da 32 çıkış ağzı bulunan dağıtma başlığına iletilmektedir. Bu çıkışlardan her birine şeffaf plastikten imal edilmiş tohum iletim boruları kelepçeli olarak bağlanmıştır. Dağıtma başlığı içinde başlık kapağına çarpan tohumlar tohum iletim borularına, daha sonra gömücü ayaklara gelmektedir. Bu makinada dökümden yapılmış körüklü düşey boru ve dökümden yapılmış dağıtma başlık kapağı kullanılmıştır. Çalışmada tohumların iletimi ve çıkışlara dağıtımını üzerinde etkili olabilen iki tip düşey boru (körüklü döküm ve galvanizli boru) ve dağıtım başlığında bulunan kapak (döküm ve düz şeffaf plastik) kullanılmıştır (Şekil 2; Şekil 3).



Şekil 2. Körüklü düşey boru (a) ve galvanizli düşey boru (b)



Şekil 3. Döküm kapak (a) ve plastik kapak (b)

Çalışmada kullanılan buğday (Masaccio), arpa (Akhisar 98) ve arpa-fiğ (1 birim arpa 5 birim fiğ) (Akhisar 98 ve Adi fiğ) karışımının bindane ağırlıkları sırasıyla 47, 49 ve 59 g'dır. Düşey borudaki hava hızları (17, 21 ve 25 m/s), düşey borunun üst kısmından kızgın telli anemometre ile ölçülmüştür.

Denemelerde birim alana atılacak tohum miktarı (ekim normu) uygulamada genellikle üreticiler tarafından tercih edilen değerler dikkate alınarak buğdayda 20 kg/da, arpada

16 kg/da ve arpa-fiğ karışımında ise 18 kg/da (15 kg fiğ + 3 kg arpa) olarak uygulanmıştır.

Çalışma, laboratuvar ve tarla denemeleri olarak iki şekilde yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmalarında ekim makinasının ayaklar arası tohum dağılımı denemelerinde hareket tekerleğinin 20 turunda, her tohum için belirtilen ekim normunda her ayakta atılan tohum miktarları ölçülmüştür. Elde edilen veriler istatistik analize alınarak ayaklar arası dağılımın varyasyon katsayısı hesaplanmış ve Çizelge 2'ye göre değerlendirilmiştir. Denemeler; üç farklı düşey boru hava hızlarında, galvanizli düşey boru (GB)-döküm kapak (DK), körüklü düşey boru (KB)-döküm kapak (DK), galvanizli düşey boru (GB)-plastik kapak (PK) ve körüklü düşey boru (KB)-plastik kapak (PK) kullanılarak 3'er tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Ekim normları her tohuma göre ayarlanıp hesaplanmış ve dağıtıcı merkez tarafından ayaklara gönderilen tohum miktarları, her bir gömücü ayağın altına yerleştirilen toplama kutularının ağırlıkları 0,01 g hassaslıkta dijital terazi ile ölçülmüştür.

Her bir deneme istatistiksel analize tabi tutulup, ortalama tohum miktarları, standart sapma ve varyasyon katsayıları hesaplanmıştır. Pnömatik ekim makinasının çalışma esnasında tohumların ayaklar arası akış düzgünlüğüne, dağıtma başlığı kapağının malzemesi, hava hızı, düşey boru şekli ve bu faktörlerin interaksyonlarının etkisini belirlemek amacıyla sonuçlar varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur.

Çizelge 2. Ayaklar arası dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesi (Anonim, 1999)

Tohum/Bitki (% VK)	Değerlendirme
= 2,0	Çok iyi
> 2,0 – 3,2	İyi
> 3,2 – 4,5	Orta
> 4,5 – 6,3	Yeterli
> 6,3	Yetersiz

Laboratuvarda sıra üzeri tohum dağılımının tespiti için, 10 m uzunluğundaki yapışkan sonsuz bant deneme düzeninden yararlanılmıştır. Denemeler öngörülen deneme kombinasyonları ile 3'er tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bu amaçla 1 m uzunluğundaki sıra, 2,5 cm uzunluğunda ve ilerleme yönüne dik şeritlere bölünmüş ve şeritlerdeki tohumlar sayılmıştır. Değişik tohum ve uygulama normlarında şerit uzunlukları, her şeride ortalama 2 ( $\mu=2$ ) tohum gelecek şekilde alınmıştır. Her şeritte bulunması gereken ortalama tohum miktarı (2 tohum) ve  $\pm 1$  tohum sınıfına giren 3 sınıfın (1, 2 ve 3 tohumlu sınıflar) toplamları ve diğer sınıfların oranları belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 3'e göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1999).

Normal sıraya ekimde, bitki sırasına dik, belli bir genişlikteki tohum sayılarının dağılımı, Poisson dağılım denklemi ile tanımlanabilir (Önal, 2011).

$$f(r) = \frac{\mu^r}{r!} \cdot e^{-\mu}$$

Eşitlikte,  $f(r)$ ; her birinde  $r$  ( $r = 0, 1, 2, 3, \dots$ ) adet tohum bulunan şeritlerin nispi miktarı,  $\mu$ ; Poisson popülasyon ortalaması,  $r$ ;  $L$  genişliğinde şeritlerdeki tohum sayısı,  $e$ ; doğal logaritmanın tabanıdır.

Çizelge 3. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü

**Ayarlanan şerit uzunlukları için hesaplanan ortalama tohum/bitki sayısının alt ve üst sınıfını içeren (1, 2, 3 tohumlu/bitkili) 3 sınıfın (%) oranları toplamı**

Değerlendirme	Oranları toplamı (%)
Çok iyi	$\geq 72$
İyi	65 - 72
Orta	55 - 65
Yetersiz	$< 55$

Yapılan sınıflandırma sonucu elde edilen tohum dağılımının Poisson dağılımına uygunluğu, varyasyon faktörü ( $V_f$ ) ve iyilik kriteri ( $\lambda$ ) değerleri ile kontrol edilmiştir (Anonim, 1999; Yazgı ve ark., 2012). Tohum dağılımının varyasyon faktörü ( $V_f$ ) ve varyansı ( $S^2$ ) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Önal, 2005; Yazgı ve ark., 2012).

$$V_f = \frac{S^2}{\mu}$$

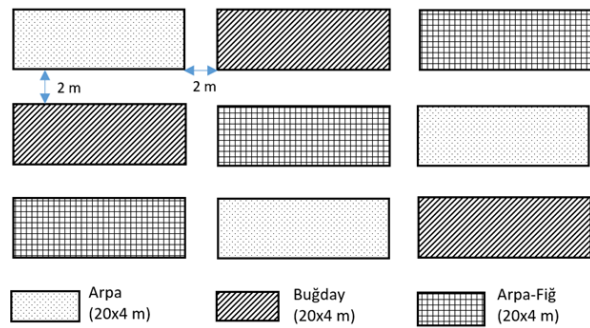
$$S^2 = \frac{\sum X_i^2 \cdot f_i - (\sum X_i \cdot f_i)^2 / n}{n - 1}$$

Eşitlikte,  $X_i$ ; beklenen değer,  $f_i$ ; nispi değer,  $n$ ; toplam örnek sayısıdır. ( $\mu$ ; şeritlerdeki ortalama tohum sayısı 2 alınmıştır.) Denemelerde bulunan  $V_f$  değerine göre, sıra üzeri tohum dağılımının karakteri belirlenmiştir.  $V_f > 1,1$  olması halinde sıra üzeri tohum dağılımında istenmeyen boşluk ve kümelenmelerin olduğuna;  $0,9 < V_f < 1,1$  arası değerlerde Poisson dağılımına uygun normal sıraya ekim yapıldığına;  $V_f < 0,9$  olduğunda ise sıra üzeri tohum dağılımının tek dane ekim karakterine yöneldiğine karar verilmiştir. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün kalitesi ise 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin yüzdesini tanımlayan iyilik kriterine göre belirlenmiştir (Anonim, 1999; Önal, 2005; Yazgı ve ark., 2012).

Zedelenme oranının belirlenmesi için deneme sırasında atılan tohumlardan 300 g örnek alınıp ve üçe bölünerek, her gruptan alınan 50 g örnek içerisinde gözle görülebilecek şekilde zedelenmiş olan tohumlar ayrılıp, ağırlık cinsinden yüzde oranları saptanarak ortalaması alınmıştır. Zedelenme tespitinde tohumun deney öncesi zedelenme oranı dikkate

alınmıştır. Ekim makinası ile çalışmada tohum zedelenme oranının ağırlık cinsinden %0,3'den fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 1999).

Tarla denemeleri, 3 farklı tohum için laboratuvar denemelerinde elde edilen uygun hava hızı, düşey boru ve dağıtma başlığında 3'er tekerrürlü olarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre, toplam 9 bölünmüş parselde yürütülmüştür. Her bir deneme parseli 20 m uzunluğunda ve 4 m genişliğinde 80 m<sup>2</sup> olarak kurulmuştur (Şekil 4). Tarla kenarlarından 5 m uzaklıkta oluşturulan parsellerin arası 2 m boşluk bırakılarak çeşitli toprak işleme aletlerinin ve traktörün yandaki parsellere olan etkileri azaltılmaya çalışılmıştır. Deneme alanı, II. ürün mısır hasadından sonra sırasıyla, pulluk, diskli tırmık ve tırmık (yaylı-döner) kombinasyonu ile sürülerek ekime hazırlanmıştır.



Şekil 4. Tarla deneme parselleri planı

Tarla denemelerinde gerçek ekim normu, tarla filiz çıkış derecesi (TFÇD), sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü ve ayaklar arası bitki dağılım düzgünlüğü belirlenmiştir (Anonim, 1999).

Tarla denemesinde ekim makinasının deposuna her bir parsel için 100 kg tohum konulup parsel ekimi yapılmıştır. Daha sonra depoda kalan tohum tartılarak aradaki fark üzerinden gerçek ekim normu hesaplanmıştır (Anonim, 1999).

Her parselde ekim makinası iş genişliğinde 3 çizinin 1 metrelik uzunluğundaki gerçek norm değerine göre atılan tohum sayısı belirlenmiş ve aynı çizide çıkan filizler sayılmıştır. Çıkan filiz sayıları atılan tohum sayısına oranlanıp % olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmış (Marakoğlu ve ark., 2010), elde edilen TFÇD değerleri Çizelge 4'e göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1999).

$$TFÇD = \frac{m}{n} \cdot 100$$

Eşitlikte, TFÇD; tarla filiz çıkış derecesi (%),  $m$ ; 1 metrede çıkan ortalama filiz sayısı (adet) ve  $n$ ; 1 metreye ekilen tohum sayısıdır (adet).

Ekilen sıralardan rastgele seçilen 3 adedinin 1 m uzunluğundaki bölümü, ilerleme yönüne dik şeritlere

bölünmüş ve her şeritteki bitkiler sayılmıştır (Şerit uzunlukları, her şeride ortalama 2 bitki gelecek şekilde alınmıştır). Her şeritte bulunması gereken ortalama bitki miktarı (2 bitki) ve  $\pm 1$  bitki sınıfına giren 3 sınıfın (1, 2 ve 3 bitkili sınıflar) % toplamları ve diğer sınıfların % oranları belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 3'e göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1999).

Her sıradan seçilen 5 metrelik mesafelerdeki bitkiler sayılıp, ortalaması ve varyasyon katsayısı hesaplanmış, elde edilen değerlerden ayaklar arası dağılım düzgünlüğü Çizelge 2'ye göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1999).

Çizelge 4. Tarla Filiz Çıkış Derecesinin (TFÇD) değerlendirilmesi

TFÇD (%)	Değerlendirme
> 80	Çok iyi
> 70 – 80	İyi
> 60 – 70	Orta
>50 – 60	Yeterli
= 50	Yetersiz

### BULGULAR ve TARTIŞMA

**Ayaklar Arası Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Sonuçlar**  
Arpa tohumu için elde edilen değerler istatistiksel analize alınarak ayaklar arası dağılımın varyasyon katsayısı hesaplanmıştır. Arpa tohumunda, hava hızı ile boru ve kapak tipinin ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan varyans analizine göre; belirlenen hava hızlarının tohum miktarı üzerine

Çizelge 5. Arpa tohumunda hava hızı ve malzeme tipinin tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik varyans analizi (ANOVA)

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	4059,27 <sup>a</sup>	11	369,025	5,721	0,000
Sabit Terim	8.643.789,014	1	8.643.789,014	134.001,830	0,000
Hava hızı	295,528	2	147,764	2,291	0,102
Malzeme Tipi	1.047,410	3	349,137	5,413	0,001**
Hava Hızı - Malzeme Tipi	2.716,340	6	452,723	7,018	0,000**
Hata	73.535,708	1.140	64,505		
Toplam	8.721.384,000	1.152			
Düzeltilmiş Toplam	77.594,986	1.151			

\*,\*\* ifadeleri sırasıyla  $p < 0,05$  ve  $p < 0,01$  istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

Çizelge 6. Arpa tohumu için ortalama tohum miktarları ve VK'na göre değerlendirme sonuçları

Malzeme Tipi	Ortalama Tohum Miktarı (g)	VK (%)	Değerlendirme
GB-DK	85,20	11,9	Yetersiz
KB-DK	86,51	7,3	Yetersiz
GB-PK	86,93	11,5	Yetersiz
KB-PK	87,85	5,2	Yeterli

Buğday tohumu için elde edilen değerler istatistik analize alınarak hava hızı ve malzeme tipinin ayaklar arası dağılım

etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5). Buna karşın boru ve kapak tipinin ve hava hızı ile boru ve kapak tipinin interaksiyonun ortalama tohum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p < 0,01$ ) belirlenmiştir.

Uygun ve Güler (2005), pnömatik tahıl makinelerinde farklı tip dağıtma başlıkları, hava hızı ve ekim normunun akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için yaptıkları araştırmada arpa denemesinde farklı tip başlıkların kullanılmasının akış düzgünlüğüne etkisinin önemli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Arpa tohumunda ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü, hava hızı ve kullanılan malzeme tipi kombinasyonlarına göre %VK sonuçları belirlenerek değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Çizelge 6). %VK sonuçlarına göre; GB-DK uygulamasından elde edilen tohum miktarı ortalaması 85,20 g ile en düşükken, bunu 86,51 g ile KB-DK uygulaması izlemiştir. Buna karşın; GB-PK ve KB-PK uygulamaları 86,93 g ve 87,85 g ile ilk sırada yer almıştır. Ayaklar arası dağılımda yapılan hesaplamalar sonucu araştırmaya konu makine ile arpa tohumu ekiminde, makinada KB-PK kombinasyonu kullanımı ile yeterli derecede olduğu belirlenmiş, diğer uygulamaların varyasyon katsayısı değerleri %6,3'den fazla çıktığı için yetersiz grupta oldukları ortaya konmuştur.

üzerine etkileri belirlenmiştir. Buğday tohumunda söz konusu parametrelerin ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan varyans analizine göre, hava hızı, boru ve kapak tipinin ve hava hızı-boru ve kapak tipi interaksiyonun ortalama tohum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 7).

Buğday tohumu ile çalışmada; söz konusu hava hızı ile boru ve kapak tipinin ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesi için ortalama tohum miktarları ve %VK sonuçlarına göre, tohum ortalaması GB-DK kullanımında 107,19 g ile ortalama tohum miktarı en düşük

Yerli Üretim Bir Pnömatik Tahıl Ekim Makinasının Ekim Performansının Değerlendirilmesi

miktar olurken, KB-PK kullanımında 114,14 g ile en fazla çıkmıştır. Benzer şekilde Bayhan ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada, pnömatik tahıl makinasının her devrinde her ayaktan atılan tohum miktarlarının farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durumun da dağıtma başlığının yapısından

veya tohum iletim organındaki yapısal bir bozukluktan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Hesaplanan varyasyon katsayısı ise KB-DK malzemeleri kullanımında %5,9 ve KB-PK malzemeleri kullanımı sonucu %4,9 ile yeterli grubunda yer almıştır. (Çizelge 8).

Çizelge 7. Buğday tohumunda hava hızı ve malzeme tipinin tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik varyans analizi (ANOVA)

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	1.303.152,655 <sup>a</sup>	11	118.468,423	1,070	0,382
Sabit Terim	16.421.941,709	1	16.421.941,709	148,302	0,000
Hava hızı	256.585,549	2	128.292,774	1,159	0,314
Malzeme Tipi	387.416,878	3	129.139,293	1,166	0,321
Hava Hızı - Malzeme Tipi	659.149,229	6	109.858,205	0,992	0,429
Hata	126.235.568,635	1.140	110.732,955		
Toplam	143.960.663,000	1.152			
Düzeltilmiş Toplam	127.538.721,291	1.151			

Çizelge 8. Buğday tohumu için ortalama tohum miktarları ve VK'na göre değerlendirme sonuçları

Malzeme Tipi	Ortalama Tohum Miktarı (g)	VK (%)	Değerlendirme
GB-DK	107,19	9,4	Yetersiz
KB-DK	111,98	5,9	Yeterli
GB-PK	108,11	8,4	Yetersiz
KB-PK	114,14	4,9	Yeterli

Arpa-fiğ tohumunda da aynı parametrelerin ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan varyans analizine göre; hava hızı, malzeme tipi ve hava hızı-malzeme tipi interaksiyonunun ortalama tohum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p<0,01$ ) belirlenmiştir (Çizelge 9).

Aynı şekilde Kumar ve Durairaj (2000) çalışmalarında farklı hava hızlarında ve besleme oranlarında tohum dağılım düzgünlüğünü incelemişler ve dağıtma başlığı geometrisinin dağılım düzgünlüğü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Arpa-fiğ karışımı tohumunda da hava hızı ve malzeme tipinin ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesi için %VK hesaplanmış ve değerlendirilmiştir (Çizelge 10). Malzeme tipi dikkate alındığında en yüksek tohum miktarı ortalaması 109,47 g ile KB-DK uygulamasında elde edilmiş, bunu 107,75 g ile KB-PK ve 105,06 g ile GB-PK uygulamalarından elde edilen sonuçlar takip etmiştir. Buna karşın, 102,44 g ortalama ile GB-DK uygulaması en düşük ortalama tohum miktarı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 9. Arpa-fiğ tohumunda hava hızı ve malzeme tipinin tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik varyans analizi (ANOVA)

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	10.092,197 <sup>a</sup>	11	917,472	15,807	0,000
Sabit Terim	12.988.217,918	1	12.988.217,918	223.776,113	0,000
Hava hızı	788,231	2	394,115	6,790	0,001**
Malzeme Tipi	8.212,065	3	2.737,355	47,162	0,000**
Hava Hızı – Malzeme Tipi	1.091,901	6	181,984	3,135	0,005**
Hata	66.166,885	1.140	58,041		
Toplam	13.064.477,000	1.152			
Düzeltilmiş Toplam	76.259,082	1.151			

Hesaplanan %VK sonuçlarına göre, KB-PK uygulamasında varyasyon katsayısı %4,0 ile orta grubunda yer alırken, KB-DK uygulamasından varyasyon katsayısı %5,8 yeterli grubunda yer almıştır. Ancak GB-PK ve GB-DK uygulamalarından elde edilen varyasyon katsayısı sonuçları %8,9 ve %9,1 ile ayaklar arası dağılım açısından yetersiz kalmıştır.

Çizelge 10. Arpa-fiğ karışımı için ortalama tohum miktarları ve VK'na göre değerlendirme sonuçları

Malzeme Tipi	Ortalama Tohum Miktarı (g)	VK (%)	Değerlendirme
GB-DK	102,44d	8,9	Yetersiz
KB-DK	109,47a	5,8	Yeterli
GB-PK	105,06c	9,1	Yetersiz
KB-PK	107,75b	4,0	Orta

### Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Sonuçlar

Her şeritte bulunması gereken ortalama tohum miktarı (2 tohum) ve  $\pm 1$  tohum sınıfına giren (1, 2 ve 3 tohumlu sınıflar) 3 sınıfın % toplamları ve diğer sınıfların % oranları belirlenerek varyasyon faktörü ( $V_f$ ) ve iyilik kriterleri ( $\lambda$ ) ile kontrol edilmiş ve bulunan değerler Çizelgeler 11'de sunulmuştur.

KB-DK malzemeleri ile yapılan çalışmada iyilik derecelerinin hemen hemen tamamı %72'nin üzerinde yani sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün kalitesi açısından çok iyi sınıftadır. Sadece arpa tohumuyla yapılan çalışmada KB-DK malzemesi ve 17 m/s hava hızında iyilik derecesi %71 yani dağılım kalitesi iyi grubundadır. Geri kalan %29 oran ise 0'lı ile 4'lü ve daha fazla tohumlu şeritlerin toplamıdır. En yüksek değerler bütün hava hızlarında arpa-fiğ karışımında elde edilmiştir. Buna karşın, Yazgı ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada, pnömomatik tahıl ekim makinasının, buğday tohumlarının ekiminde, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü yönünden kendisinden beklenen görevi orta derecede yerine getirebilecek yetenekte olduğunu ifade etmişlerdir.

Varyasyon faktörü açısından KB-DK malzemeleri kullanılarak yapılan çalışmada 21 m/s hava hızında arpada ve 25 m/s ile yapılan uygulamada tüm tohumlarda sıra üzeri tohum dağılımında Poisson dağılımına ve normal sıraya ekim için uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak 17 m/s ve 21 m/s hava hızında buğday ile arpa-fiğ karışımı uygulamasında değerlerin  $V_f > 1,1$  olması nedeniyle sıra üzeri tohum dağılımında istenmeyen boşluk ve kümelenmelerin olduğu belirlenmiştir. Bunların yanı sıra 17 m/s hava hızında arpa denemesinde değerin  $V_f < 0,9$  yani sıra üzeri dağılımın tek dane ekim karakterine yönelme olmuştur.

KB-PK malzemeleri ile yapılan çalışmada iyilik derecelerinin tamamı %72 ve üzerinde yani sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün kalitesi açısından çok iyi sınıftalardır. En yüksek değerler ise 21 m/s hava hızında buğdayda (%82) elde edilmiştir.

Varyasyon faktörü açısından KB-PK malzemeleri kullanılarak yapılan çalışmada genellikle dağılım Poisson dağılımına

yakın ve normal sıraya ekime ( $0,9 < V_f < 1,1$ ) uygundur. Ancak 17 m/s hava hızı ile yapılan arpa tohumu uygulamasında sıra üzeri tohum dağılımında tek dane ekim karakterine yönelme olduğu ( $V_f < 0,9$ ) ve 21 m/s buğday uygulamasında ise sıra üzeri dağılımında istenmeyen boşluk ve/veya kümelenmelerin olduğu ( $V_f > 1,1$ ) belirlenmiştir.

GB-DK malzemeleri ile yapılan çalışmada iyilik dereceleri, 17 m/s hızdaki arpa değeri ile 25 m/s hızdaki arpa-fiğ değeri haricinde bütün değerler %72'nin üzerinde yani sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün kalitesi açısından çok iyi sınıftalardır. En yüksek değerler ise buğdayda 21 ve 25 m/s hava hızında %82 olarak elde edilmiştir.

Varyasyon faktörü açısından GB-DK malzemeleri kullanılarak yapılan çalışmada 17 m/s hava hızında buğday ve arpa-fiğ tohum ile 21 m/s ve 25 m/s hava hızı uygulamasında buğday denemelerinde dağılımın Poisson dağılımına yakın ve normal sıraya ekime uygun olduğu ( $0,9 < V_f < 1,1$ ) belirlenmiştir. Ancak diğer hava hızı ve tohum deneme sonuçlarında sıra üzeri tohum dağılımın tek dane ekim karakterine yönelme olduğu ( $V_f < 0,9$ ) tespit edilmiştir.

GB-PK malzemeleri ile yapılan çalışmada iyilik dereceleri 17 m/s hızda arpa ve 25 m/s hava hızında arpa-fiğ karışımı dışındaki tüm tohumlarda %72 ve üzerinde yani sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün kalitesi açısından çok iyi sınıftalardır. En yüksek değer ise 21 m/s hava hızında %80 ile buğdayda elde edilmiştir.

Varyasyon faktörü açısından GB-PK malzemeleri kullanılarak yapılan denemelerde genellikle sıra üzeri tohum dağılımında tek dane ekim karakterine ( $V_f < 0,9$ ) yönelme olmuştur. Sadece üç hava hızı denemesinde de buğday tohumu uygulamasında dağılımın Poisson dağılımına yakın ve normal sıraya ekime uygun olduğu ( $0,9 < V_f < 1,1$ ) belirlenmiştir.

Genel bir değerlendirmeyle, iyilik dereceleri açısından denemelerin büyük bir çoğunluğu %72'nin üzerinde yani çok iyi grubundadır. Varyasyon faktörü açısından ise körüklü düşey boru ve plastik kapak uygulamasında genellikle dağılım Poisson dağılımına yakın ve normal sıraya ekime uygundur.  $V_f > 1,1$ 'in üzerinde (bozuk dağılım düzgünlüğü) varyasyon faktörü en fazla körüklü düşey boru ve döküm kapak uygulamasında oluşmuştur. Galvanizli düşey boruda ise özellikle plastik kapakta daha çok tek dane ekime yönelme olduğu belirlenmiştir. GB-DK ve GB-PK uygulamalarında varyasyon faktörü açısından sıra üzeri bozuk dağılım düzgünlüğü (boşluk veya kümelenme) ( $V_f > 1,1$ ) oluşmamıştır.

Uygun ve Güler (2005), tarafından bildirildiğine göre, Erol ve Dursun (1998) pnömomatik dağıtma düzeninde iletim borusundaki hava hızının artmasıyla tohum dağılım düzgünlüğünün de arttığını ifade etmişlerdir. Çalışmada özellikle körüklü düşey boru ile döküm ve plastik kapakta elde edilen sonuçlar bu durumu teyit etmektedir.

### Tohum Zedelenme Oranına İlişkin Sonuçlar

Buğday, arpa ve arpa-fiğ karışımı tohumlarında tespit edilen zedelenme oranları sırasıyla %0,18, %0,22 ve %0,20 olarak tespit edilmiştir. Zedelenme oranları üç tohumda için de değerlendirme kriteri olan %0,3'ün altındadır.

Çizelge 11. Hava hızı ve malzeme tipine göre iyilik kriteri (1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin oranları) ve varyasyon faktörleri



Malzeme Tipi	Hava Hızı (m/s)	Ürün	Varyasyon Faktörü ( $V_f$ )	İyilik Kriteri $\lambda$ (%)	Değerlendirme ( $\lambda$ )
Körüklü Boru Döküm Kapak (KB-DK)	17	Buğday	1,15	74	Çok iyi
		Arpa	0,72	71	İyi
		Arpa-fiğ	1,16	81	Çok iyi
	21	Buğday	1,25	80	Çok iyi
		Arpa	0,92	74	Çok iyi
		Arpa-fiğ	1,16	80	Çok iyi
	25	Buğday	0,99	77	Çok iyi
		Arpa	0,94	74	Çok iyi
		Arpa-fiğ	1,08	82	Çok iyi
Körüklü Boru Plastik Kapak (KB-PK)	17	Buğday	1,05	72	Çok iyi
		Arpa	0,73	75	Çok iyi
		Arpa-fiğ	0,94	76	Çok iyi
	21	Buğday	1,43	82	Çok iyi
		Arpa	0,97	75	Çok iyi
		Arpa-fiğ	1,08	80	Çok iyi
	25	Buğday	1,0	74	Çok iyi
		Arpa	0,96	79	Çok iyi
		Arpa-fiğ	1,02	78	Çok iyi
Galvanizli Boru Döküm Kapak (GB-DK)	17	Buğday	1,06	81	Çok iyi
		Arpa	0,64	70	İyi
		Arpa-fiğ	0,95	81	Çok iyi
	21	Buğday	0,94	82	Çok iyi
		Arpa	0,67	73	Çok iyi
		Arpa-fiğ	0,88	80	Çok iyi
	25	Buğday	0,95	82	Çok iyi
		Arpa	0,68	75	Çok iyi
		Arpa-fiğ	0,83	67	İyi
Galvanizli Boru Plastik Kapak (GB-PK)	17	Buğday	0,92	73	Çok iyi
		Arpa	0,55	71	İyi
		Arpa-fiğ	0,76	73	Çok iyi
	21	Buğday	1,05	80	Çok iyi
		Arpa	0,71	79	Çok iyi
		Arpa-fiğ	0,84	78	Çok iyi
	25	Buğday	0,96	78	Çok iyi
		Arpa	0,69	74	Çok iyi
		Arpa-fiğ	0,66	71	İyi

#### Tarla Çalışmaları

Laboratuvar çalışmalarında ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü değerlendirmelerinde en iyi sonuçlar her üç tohumda Körüklü boru-Plastik kapak (KB-PK) malzemeleri kullanıldığında elde edildiği için tarla denemeleri bu malzemelerle yapılmıştır.

Laboratuvar çalışmalarında sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü tespitinde söz konusu malzemeler kullanılırken en iyi sonuçların alındığı hava hızları ayarlanarak tarla çalışmaları yapılmıştır. Buna göre arpa tohumu için 25 m/s hava hızı, buğday ve arpa-fiğ tohumları için 21 m/s hava hızında denemeler yürütülmüştür.

#### Gerçek Ekim Normuna İlişkin Sonuçlar

Laboratuvar çalışmalarında hesaplanan ekim normu değerleri ayarlanarak parsellerin ekimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan hesaplamada arpa 15,62 kg/da, buğday 20,88 kg/da ve arpa-fiğ karışımı ise 17,87 kg/da olarak gerçek ekim normu belirlenmiştir. Tespit edilen değerler laboratuvar değerlerine çok yakın olmakla birlikte makina skala değerleriyle uyum sağlamadığı ortaya çıkmıştır.

#### Tarla Filiz Çıkış Derecesine İlişkin Sonuçlar

Çıkan filiz sayıları atılan tohum sayısına oranlanıp % olarak hesaplanarak değerlendirme yapılmış ve sonuçlar Çizelge 12’de verilmiştir. Yapılan hesaplamada buğday tohumu %81,80 ve arpa-fiğ karışımı %80,65 filizlenme oranlarıyla çok iyi grubunda, arpa tohumu ise %76,76 filizlenme oranı ile iyi grubunda yer almıştır.

Bayhan ve ark. (2009), bildirdiklerine göre Schulten (1969), yaptığı bir çalışmada hava hızının artması sonucunda tohumun çimlenme yeteneğinin de azaldığını ifade etmiştir. Bu çalışmada da arpa tohumu denemeleri diğer tohumlara göre daha yüksek hava hızlarında yürütülmüş ve tarla filiz çıkış derecesi daha düşük elde edilmiştir.

Çizelge 12. Tarla filiz çıkış derecesinin (TFÇD) değerlendirilmesi

Ürünler	TFÇD (%)	Değerlendirme
Arpa	76,76	İyi
Buğday	81,80	Çok iyi
Arpa-fiğ	80,65	Çok iyi

#### Sıra Üzeri Bitki Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Sonuçlar

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünün belirlenmesine yönelik yapılan denemelerin sonuçlarında elde edilen değerler Çizelge 13’de sunulmuştur. Arpa için yapılan tarla çalışmasında her şeritte bulunması gereken ortalama 2 ve  $\pm 1$  bitki sınıfına giren 3 sınıfın toplamı %69,2 olarak değerlendirilmiştir. Buğday denemesinde 3 sınıfın toplamı %73,6 ile değerlendirmede çok iyi grubunda yer almış olsa da grubun alt sınırı olan %72’ye çok yakındır. Arpa-fiğ çalışmasında ise 3 sınıfın toplamı %70,6 olmuş ve değerlendirmede iyi grubunda yer almıştır.

#### Ayaklar Arası Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Sonuçlar

Tarla çalışmalarında, ayaklar arası dağılım düzgünlüğü için yapılan değerlendirme sonuçları Çizelge 14’de verilmiştir. Tüm tohumlar için değerlendirme kriterinin orta grupta olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 13. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesi

Ürün	Sıra Üzeri Dağılımda (1, 2, 3 bitkili) 3 sınıfın % oranları toplamı ( $\lambda$ )	Değerlendirme
Arpa	69,2	İyi
Buğday	73,6	Çok iyi
Arpa-fiğ	70,6	İyi

Çizelge 14. Ayaklar arası bitki dağılım düzgünlüğü

Ürün	VK (%)	Değerlendirme
Arpa	4,20	Orta
Buğday	4,12	Orta
Arpa-Fiğ	3,85	Orta

#### SONUÇ

Bu çalışma, arpa, buğday ve arpa-fiğ karışımı tohumlar kullanılarak yerli üretim pnömatik tahıl ekim makinasıyla ekimde ayaklar arası ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlükleri hem laboratuvar hem de tarla şartlarında denemeler yapıp makine üzerinde kullanılan düşey boru şekli ve malzemesi ile dağıtıcı başlığın malzemesinin etkisi açısından önemli bilgiler içermektedir. Çalışmalar üç farklı tohum ve üç farklı hava hızında yapıldığı için bu araştırma, makinada kullanılacak malzeme seçiminin yanı sıra uygulama sırasında olması gereken hava hızı açısından da önem arz etmektedir.

Ayaklar arası dağılımda laboratuvar çalışmalarında üç tohumda da düşey boru olarak körüklü borularla çalışmada varyasyon katsayısı orta ve yeterli bulunmuş ancak galvanizli boru kullanımlarında yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Burada kapaktan daha çok kullanılan düşey boru şeklinin daha önemli olduğu söylenebilir. Tarla denemelerinde ise seçilen en uygun hava hızı ve malzeme tipiyle yapılan ekimde varyasyon katsayısı sonuçlarının ayaklar arası düzgünlüğü açısından orta grupta oldukları belirlenmiştir.

Sıra üzeri dağılım düzgünlüğü açısından iyilik derecelerinin büyük bir çoğunluğu %72’nin üzerinde yani çok iyi grubunda yer almışlardır. KB-PK denemelerinde bütün değerler %72’nin üzerinde tespit edilmiştir. Varyasyon faktörü açısından KB-PK uygulamasında 17 m/s hızda arpa ile 21 m/s hızdaki buğday denemesi hariç diğerleri dağılım açısından Poisson dağılımına yakın ve normal sıraya ekime uygundur. Boşluk ve kümelenmeler ( $V_i > 1,1$ ) ise en fazla KB-DK uygulamasında oluşmuştur. Galvanizli düşey boruda ise özellikle plastik kapakla daha çok tek dane ekim karakterine yönelme olduğu belirlenmiştir.

Hava hızı açısından özellikle arpayla çalışmada düşük hava hızının sıra üzeri dağılımda tek dane ekim karakterine yönelmeye yol açtığı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle arpa tohumunda çalışmalarda yüksek hızın daha iyi sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır. Bunun da özellikle tohumun fiziksel yapısıyla (ince uzun) alakalı olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, hava hızı etkisinin tohum çeşidine göre değişebileceği, boru tipinin ise körüklü borularda varyasyon katsayısı değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olması, galvanizli düz boru kullanımında ise yetersiz grupta yer almasından dolayı körüklü boru kullanımı daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu bilgiler çerçevesinde tohum çeşidine göre hava

hızına uygulama esnasında dikkat edilmesi gerektiği, makine imalatı yönünden ise imalatçıların makinanın konstrüktif yönüyle ilgili daha fazla Ar-Ge çalışmaları içine girmeleri önerilmektedir.

Farklı tohum ve tohum karışımları için fiziko-mekanik özellikler (kritik hız, sıçrama katsayısı gibi) belirlenerek bu özellikler ile ekim makinelerinin ekim performanslarının ortaya konulması ve uygulamada kullanılabilecek somut bilgilerin sunulması önem arz etmektedir. Ayrıca pnömatik tahıl ekim makinasında dağılım düzgünlüğü üzerinde en etkili parametrelerden birisi olan dağıtıcı kapağın şekli konusunda da çalışmalar yürütülmelidir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir (Proje Numarası: ZRF-16024). Katkılarından dolayı Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- Altuntaş E, Çetin M, Taşer ÖF (1999) Kombine Ekim Makinasında Farklı Ekim Normları ve İlerleme Hızlarının Sıra Üzeri Tohum Dağılımına Etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1): 119-129.
- Altuntaş E, Polatçı H, Bayram E (2007) Kombine Ekim Makinasında Farklı Ekim Normları ve İlerleme Hızlarının Buğday ve Fiğ Tohumlarının Sıra Üzeri ve Sıralar Arası Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 57-65.
- Anonim (1999) Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Bayhan Y, Kayışoğlu B, Ülger P, Akdemir B (2009) Tahıl Ekiminde Kullanılan Pnömatik Etkili Ekim Makinasının Ekim Performansının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2): 131-136.
- Heege HJ (1993) Seeding Methods Performance for Cereals, Rape and Beans. Transactions of the ASAE, 36(3): 653-661.
- Karayel D, Özmerzi A (2005) Hassas Ekimde Gömücü Ayakların Tohum Dağılımına Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 139-150.
- Kumar VJF, Durairaj CD (2000) Influence of Head Geometry on the Distributive Performance of Air-assisted Seed Drills, J. Agric. Engng Res., 75:81-95.
- Marakoğlu T, Özbek O, Çarman K (2010) Nohut Üretiminde Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Enerji Bilançosu. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 6(4): 229-235.
- Önal İ (2005) Normal Sıraya Ekimin Matematik-İstatistik Esasları ve Ekim Makinalarının Denemelerinde Kullanılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1(2): 85-91.
- Önal İ (2011) Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- TÜİK (2024) Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 29.05.2024)
- Uygan F, Güler İE (2005) Pnömatik Tahıl Ekim Makinalarında Farklı Tip Dağıtma Başlıkları, Hava Hızı ve Ekim Normunun Akış Düzgünlüğüne Etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1): 59-67.
- Yazgı A, Dumanoglu Z, Kuldemir N, Aygün İD, Masoumi A (2012) Pnömatik Tahıl Ekim Makinası ile Buğday Ekiminde Makine Performansının Belirlenmesi, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8(1): 35-40.

## Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera:Thripidae) tarafından taşınan Tospovirüslerin Moleküler Tespitinde RT-qPCR yönteminin uygulanması

Murat Kemal AVCI<sup>1</sup> , Ferhat KİREMİT<sup>1</sup> , Eyyüp Mennan YILDIRIM<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

**Öz:** *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) polifag bir tür olup, pamuk, çilek, domates ve süs bitkileri gibi birçok tarımsal üründe zararlılara yol açabilmektedir. *F. occidentalis* bitkilerin çiçeklerindeki özsuyunu emmek suretiyle çiçeklerin erken dökülmesine ve verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Ayrıca virüs vektörü olması nedeniyle bitkilerde dolaylı yoldan da zarar yapabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Aydın ili için ekonomik öneme sahip çileklerden elde edilen tripslerde vektörü oldukları tospovirüslerin varlığının RT-qPCR yöntemiyle tespit edilmesidir. Bu amaçla ilk olarak çilek bitkilerinin çiçeklerinden elde edilen tripslerin PCR-RFLP protokolüyle moleküler tanılaması yapıldıktan sonra RNA izolatları elde edilerek RT-qPCR yöntemiyle tospovirüslerin varlığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda; elde edilen verilerle, elde edilen örneklerin *F. occidentalis* olduğu ve bu böceklerle taşınan virüslerin de tospovirüs olduğu tespit edilmiştir. Her iki yöntem (PCR-RFLP ve RT-qPCR) hızlı ve güvenilir sonuç vermesi açısından, hem trips tespiti hem de tospovirüs tespiti amacıyla önümüzdeki çalışmalarda kullanılmak için ümitvar görünmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Frankliniella occidentalis*, RFLP, Tospovirüs, RT-qPCR

**The detection of RT-qPCR method of Tospoviruses carried by *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera:Thripidae)**

**Abstract:** *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) is a polyphagous species and can cause damage to many agricultural products such as cotton, strawberries, tomato and ornamental plants. *F. occidentalis* sucks the sap from the flowers of plants and causes premature flower fall and low yield. In addition, it can cause indirect damage because it is a virus vector. In this study, it was aimed to perform molecular identification of thrips obtained from the flowers of strawberry plants, which have economic importance for Aydın province, by applying PCR-RFLP protocol and to detect the presence of tospoviruses by the RT-qPCR method by obtaining RNA isolates. As a result of the study; it was determined that all species obtained were *F. occidentalis*. In addition, the presence of tospoviruses transmitted by these insects was also detected. Both methods seem promising to be used in future studies in terms of providing fast and reliable results.

**Keywords:** *Frankliniella occidentalis*, RFLP, Tospovirus, RT-qPCR

### GİRİŞ

*Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) polifag türler olup birçok tarımsal üründe zarar yapabilmektedir (Kirk ve Terry, 2003). Türkiye’de ilk defa 1993 yılında Antalya’da seralarda tespit edilen *F. occidentalis*, pamuk, çilek, domates ve süs bitkileri gibi birçok üründe zararlılara yol açabilmektedir (Tunç ve Göçmen, 1994). Çiçek tripsleri bitkilerin çiçeklerinde özsu emmek suretiyle çiçeklerin erken dökülmesine ve verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Önceki çalışmalarda domates, çilek, pamuk ve süs bitkileri gibi birçok bitkide zararları nedeniyle kalite ve verim kayıplarının olduğu tespit edilmiştir (Schoonhoven ve Peña, 1976; Navas ve ark., 1991; Coll ve ark., 2006). Zararlı aynı zamanda tospovirüslerin taşınmasında önemli bir rol oynamakta, bu sayede bitki virüslerinin yayılımını da kolaylaştırmaktadır (Moriones ve ark., 1998; Beaudoin ve ark., 2009). Çiçek tripsleri *F. occidentalis* ve *F. intonsa* üretim alanlarında yaygın olarak bulunmakla beraber, *F. occidentalis*’in son yıllarda daha baskın bir konumda bulunduğu söylenebilir. Daha önce yaptığımız çalışmalarda Aydın ilinde çileklerdeki yaygın türün *F. occidentalis* olduğu belirlenmiştir (Yıldırım ve Başpınar, 2013). Morfolojik açıdan değerlendirildiğinde iki türün teşhisinde çok az farklılık bulunmaktadır. Antenlerin 8 segmentli olması, göz arkasında bulunan yan setae’lardan birinin üçüncü ocellar setadan daha uzun olması ve 8. segmentin 7. segmentin iki katı kadar

uzunlukta olması *F.occidentalis*’i tanımlarken; göz arkasında bulunan postocellar seta’nın üçüncü ocellar seta’nın yarısından daha kısa olması ve 8. segmentin 7. segment uzunluğunda olması *F. intonsa* ’yı tanımlamaktadır (Doğanlar ve Aydın, 2009). Böceklerin morfolojik olarak tanınması oldukça zahmetli bir süreç olup, özel uzmanlık alanı gerektirmektedir. Bu nedenle son yıllarda böceklerin moleküler düzeyde tanınması ile ilgili birçok çalışma bulunmakta olup, yapılan bu çalışmalarda hata oranı oldukça düşüktür (Kuipers ve Jongsma, 2004; Mainali ve ark., 2008; Huang ve ark., 2010). Benzer durum yukarıda sözü edilen bu böceklerin virüs vektör özelliklerinin saptanması açısından da geçerlidir (Rotenberg ve ark., 2009; Okazaki ve ark., 2011; Sokmen ve Sevik, 2013). Tospovirüsler (TSWV, INSV, WSMoV, MYSV, IYSV, TCSV, GRSV, WBNV, GBNV) genel olarak üç adet negatif (ambisens) ssRNA’dan oluşan bir genom yapısına sahiptir. Bu RNA molekülleri S (2.9 kb), M

**\*Sorumlu Yazar:** [emyildirim@adu.edu.tr](mailto:emyildirim@adu.edu.tr)

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından ZRF-16010 no’lu proje ile desteklenmiştir

**Geliş Tarihi:** 29 Temmuz 2024

**Kabul Tarihi:** 27 Eylül 2024

(4.8 kb), ve L (8.9 kb) olup her birinin 3' ve 5' uçlarındaki yaklaşık 60 kadar complementer nükleotit bulunması nedeniyle tava sapı (panhandle) konformasyonu sergilerler (Law ve ark., 1992; Marie-Nguyen ve Haenni, 2003). Tospovirüs türlerinin türe özgü genomik dizilerinin yanı sıra yaygın korunmuş dizilerin bulunması, klasik yöntemlerden farklı olarak, Tospovirüslerin tayinine yönelik ideal yöntemlerin keşfedilmesini teşvik etmektedir (Mainali ve ark., 2008; Li ve Du, 2013). Bu bağlamda korunmuş dizilerin belirlenip uygun primer dizilerinin belirlenmesi en yaygın yöntemlerden biridir (Wijkamp ve ark., 1993; Zhang ve ark., 2013). Tospovirüs türlerinin tayininde dot blot, ELISA yöntemlerinin yanı sıra kullanılan önemli yöntemlerden biri de RT-qPCR yöntemidir (Roberts ve ark., 2000; Okuda ve Hanada, 2001). *Bunyaviridae* ailesi hayvansal virüslerden oluşan *Orthobunyavirus*, *Hantavirus*, *Nairovirus*, ve bitki patojeni olan *Phlebovirus* ve *Tospovirus* cinslerini içerir ve bu grupların konağı tripslerdir (Riley ve ark., 2011). Bu çalışma çerçevesinde de yukarıda belirtildiği gibi hem elde edilen örneklerden *F. occidentalis*'in moleküler tanınması hem de virüs vektör özelliklerinin RT-qPCR Yöntemiyle saptanması hedeflenmiştir

#### **MATERYAL ve YÖNTEM**

##### ***Frankliniella occidentalis*'in izolasyonu**

Çalışmada 2016-2019 yıllarında arasında Mayıs- Haziran ayı arasında Aydın ilinin Efeler, Sultanhisar, Nazilli, Yenipazar, Köşk ve Söke ilçelerindeki çilek bahçelerinde rasgele örneklemeler yapılmış, bu örneklemelerde çilek çiçekleri beyaz küvet içerisine 10-15 sn süreyle silkelenmiştir. Küvete düşen tripsler emgi tüpüyle toplanmıştır. Laboratuvara getirilen bu örnekler Doğanlar ve Aydın (2009)'da belirtilen teşhis anahtarına göre değerlendirilmiş, daha sonra moleküler çalışmalarda kullanılmıştır. *Frankliniella occidentalis* örnekleri Cryo tüplerde bulunan 0,5 ml %96 ET-OH içerisine her tüpe 1 örnek olacak şekilde konmuş ve laboratuvar çalışmalarına kadar -20 °C de saklanmıştır.

##### ***Frankliniella occidentalis*'in moleküler tanınması**

DNA izolasyonu aşamasında öncelikle 37 °C etüvde tüm örneklerden alkol tamamen uzaklaştırılmıştır. Alkolden arınmış örnekler EZNA Insect DNA kit kullanılarak DNA izolasyonu aşamasına geçilmiştir. Örneklerin çok küçük olması nedeniyle protokol biraz modifiye edilmiş; ancak temelde üreticinin protokolü kullanılmıştır. Finalde DNA 70 µl elüsyon tamponu kullanılarak izolatlar yeni bir tüpe alınmıştır. Bu protokole göre DNA İzolasyonu için, Elüsyon Tamponundan 70 µl tam kolon matrisine konulmuştur. Elde edilen total DNA %0,8'lik agaroz jelde yürütülmüş ve DNA kalite ve miktarı kontrol edilmiştir. Elektroforez jellerinde ve tamponda boyar madde olarak EtBr kullanılmış ve jel görüntülemeleri MaestroGen Slider İmager ile UV 320nm dalga boyunda yapılmıştır.

##### **PCR Amplifikasyonu**

Total DNA'lar kullanılarak 18S-ITS1-5,8S-ITS2-28S rDNA bölgeleri standart protokollerle PCR reaksiyonuna sokulmuştur. PCR reaksiyonunda forward primer olarak FrUNIF 5' –GAT RCG ACT GTC AGA GWA C –3' ve reverse primer olarak FrUNIR 5' –GAT ACC GAC ACT TCA TCT G- 3' kullanılmıştır. PCR reaksiyonu 50 µl hacimde hazırlanarak 0,2 ml PCR tüplerinde gerçekleştirilmiştir. Bioron Taq polimeraz 0,5 U/µl, Bioron 10X Taq Buffer 5 µl, forward ve reverse primerlerden 2'şer µl (10pmol/µl), Fermentas dNTPs Mix 2 µl (20 pmol/µl), 1 µl MgCl<sub>2</sub> (10mM), 2 şer µl kalıp DNA ve 35 µl ddH<sub>2</sub>O kullanılmıştır. PCR reaksiyonu LongGene A300 Fast Gradient Thermal Cycler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan PCR protokolü 94 °C 3 dk başlangıç denatürasyonu, 28 döngü 94 °C 45 sn denatürasyon, 57 °C 1 dk primer bağlanma (annealing) ve 72 °C 1 dk uzama (extension), 28 döngü sonunda 72 °C 5 dk final uzaması şeklindedir. PCR reaksiyonu sonrası ürünler %1,2'lik agaroz jelde yürütülerek kontrol edilmiştir.

##### **RFLP analizi**

RFLP uygulaması için daha önce *Frankliniella* türlerinin ayırmada kullanılan Tru1 (5'-T<sup>A</sup>TAA-3') ve HinfI (5'-G<sup>A</sup>NTC-3') FastDigest enzimi yine pek çok enzimle başarılı bir şekilde çalışan FastDigest Buffer (Thermo Scientific) kullanılmıştır. PCR ürününden 10 µl kullanılmış ve her reaksiyon için 5U Tru1 ve HinfI, 2 µl FastDigest Buffer eklenerek üzeri bidistile su ile 25 µl ye tamamlanmıştır. Enzim kesimi LongGene Fast Gradient Thermal Cycler kullanılarak 25 dk 37 °C de gerçekleştirilmiştir. Restriksiyon sindirimi sonrası ürünler TBE (0,5M Tris Base, 0,5M Borik asit, 0,01M EDTA, pH 8,13-8,23) içeren %1,5'luk agaroz jelde kontrol edilerek tanılama yapılmıştır. Çalışmada 6X yükleme tamponu (%3 Gliserol, %0,03 Bromfenol Blue) kullanılmıştır.

##### **Tospovirüslerin RT-qPCR yöntemiyle tespit edilmesi**

Trips örneklerinin konakçısı oldukları TOSPO virüslerinin RT-qPCR yöntemiyle tespit edilmesine yönelik analizler için trips örneklerinden DNA/RNA izolasyonu yapılmıştır. Ardından, izole edilen DNA/RNA örnekleri (karışım halinde) kalıp olarak kullanılarak cDNA sentezi yapılmıştır. Elde edilen cDNA lar kullanılarak qPCR yöntemi uygulanarak virüs genomu tespit edilmeye çalışılmıştır.

##### **Total RNA izolasyonu ve Reverse Transkriptaz/RT-PCR ile cDNA Sentezi**

Böcek örneklerinden DNA/RNA izolasyonu için "AnalytikJena innuPREP Virus DNA/RNA Kit" kullanılmıştır. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda aşağıdaki basamaklar takip edilmiştir. Mikrosantrifüj tüpünde tek zincirli cDNA sentezi için reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. Bunun için sırasıyla 1 µl DNA/RNA izolatı (Total RNA), 3 µl random primerler, 10.2 µl RNase free distile su eklenerek master mix hazırlanmıştır. Karışım 65° C ta 5 dk inkübe edilmiş, ardından yaklaşık 10-15

dk bekletilerek karışımın oda sıcaklığına soğuması ve primerlerin bağlanması sağlanmıştır. Daha sonra 2 µl 10X RT-Buffer, 0.8 µl 25 mM dNTP mix, 2 µl 100 mM DTT, 1 µl RT-Enzimi eklenerek son hacim 20 µl ye tamamlanmıştır. Karışım 25 °C de fazladan 10 dk daha bekletilerek primerlerin daha iyi bağlanması sağlanmıştır. Tüpler hafifçe karıştırılarak PCR cihazına yerleştirilmiş ve karışımlar 42-55 °C de 60 dk inkübe edilmiştir. Süre sonunda sıcaklık 70°C'ye çıkartılarak 15 dk bekletilmek suretiyle reaksiyon sonlandırılmıştır. Tek zincirli cDNA sentezi tamamlandıktan tüpler -20 °C' ye kaldırılarak saklanmıştır. RT-PCR işlemleri Bio-Rad PCR cihazıyla

yapılmıştır. RT-PCR işlemi sonunda elde edilen cDNA örnekleri doğrudan real time PCR aşamasında kalıp olarak kullanılmıştır.

#### Real-Time-QPCR reaksiyonları için primer dizaynı

Frankliniella occidentalis' in bitki enfeksiyonuna yol açan ve Bunyaviridae familyasına ait olan Tosopovirüs cinsindeki virüslerin vektörü olması nedeniyle primer dizaynında tospovirüs cinsinin genetik yapısı dikkate alınmıştır (Nagata ve ark., 2004). Bu nedenle primer dizaynında Çizelge.1'deki primerler kullanılmıştır (Eiras ve ark., 2021).

Çizelge 1. Tosopovirus tayininde kullanılan primerler (Eiras ve ark., 2001)

Bölge	Primer No	Primer Adı	Primer Yönü	Primer Dizisi
Küçük Bölge (S)	1	kaBR60	İleri	5'-CCCGGATCCTGCAGAGCAATTGTGTCA-3'
	2	kaBR65	Geri	5'-ATCAAGCCTTCTGAAAGTCAT-3'
Orta Bölge (M)	3	kaNS1	İleri	5' CCCTGCAGGATCCAGAGCAATCAGTGCA-3'
	4	kaCLA1	Geri	5'-GCAGGCTTCAATGAATGC-3'
Büyük Bölge (L)	5	kaPDH001	İleri	5'-CCCGGATCCTCGAGAGCAATCAGGTAACA-3'
	6	kaL1	Geri	5'-AATATAACTATAGAAACGAAA-3'

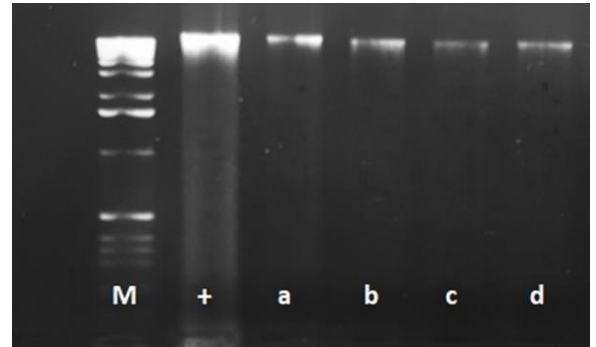
#### Real-Time Q-PCR yöntemiyle Tosopovirüslerin tayini

PCR uygulamalarında primer olarak Çizelge 1'de belirtilen 3 farklı primer çifti kullanılmıştır. Uygulama, kiti üreten firmanın talimatlarına göre yapılmıştır. Bu amaçla 200 µl lik PCR tüplerine 10 µl 2x innuMIX qPCR, 1 µl forward primer, 1 µl reverse Primer, 2 µl cDNA ekleyip toplam hacim 20 µl olacak şekilde üstü ddH<sub>2</sub>O (6 µl) ile tamamlanmıştır. Karışım hafifçe pipetaj yapılarak karıştırılmış ve ardından karışımın dipte toplanması sağlanmıştır. Reaksiyon karışımı hazırlandıktan sonra PCR tüpleri veya 96-well plaka Applied Biosystems ABI StepOne Plus Real-Time PCR cihazına yerleştirilerek uygun program kurulmuştur.

qPCR programı, AnalytikJena innuMIX qPCR MasterMix SyGreen Kit üretici firmanın talimatlarına göre hazırlanmıştır. Buna göre başlangıç aktivasyonu için 95 °C ta 2-3 dk ve 40 döngü olacak şekilde 95°C ta 5 sn, 60 °C'de 20 sn bekletilmiştir.

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

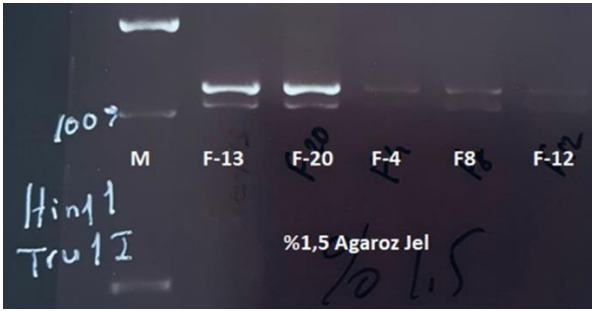
Modifiye edilmiş DNA izolasyon kiti protokolü ile elde edilen total DNA örnekleri % 0,8'lik Agaroz jelde 70 Volt ta 1 saat yürütülmüştür. Elde edilen agaroz jel görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. DNA izolasyonu sonrası %0,8 lik agaroz jel görüntüsü. İlk kuyucuk Lambda DNA/EcoRI+HindIII Marker (Fermentas), 2. Kuyucuk 50ng/µl kontrol DNA, a,b,c,d örneklere ait total DNA.

Yukarıdaki jel görüntüsünde görüldüğü üzere mikrolitrede 50 ng DNA içeren pozitif kontrol DNA ile karşılaştırıldığında mikrolitrede yaklaşık 3-10 ng DNA elde edildiği görülmektedir. Başlangıç örneklerinin çok küçük olması nedeniyle DNA 70 µl elüsyon tamponuna alındığından spektrofotometrik kantitatif ölçüm yapılmamıştır. Genomik DNA jel görüntüsünde bir degradasyon görülmemektedir. Çalışılan 70 örnekten 1 tanesinde genomik DNA tespit

edilememiştir. Geri kalan örnekler için DNA'nın PCR reaksiyonu için uygun ve yeterli olduğu görülmüştür. 69 adet trips örneğine ait total DNA izolatları kullanarak yukarıda belirtilen şartlarda PCR reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. Tüm örnekler için PCR ürünleri % 1,2'lik Agaroz Jelde 70 V 90' yürütülmüş daha sonra aynı total DNA'larda olduğu gibi EtBr ile boyanarak 320 nm UV ışıkta görüntülenmiştir. Negatif kontrolde bant gözlemlenmemiş, PCR ürünlerinde de herhangi bir çalışmayan örnek veya spesifik olmayan bant olmadığı görülmüştür. Oluşan ürün boyutu, kullanılan primer çiftinin *F. occidentalis* için vermesi gereken 337 bp boyutuyla uygundur. Elde edilen PCR ürünleri Hinf1/Tru1I enzimleri ile kesildikten sonra elde edilen jel görüntüsü tüm örneklerin *F. occidentalis* olduğunu gösteren 190 bp ve 147bp fragmentlerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



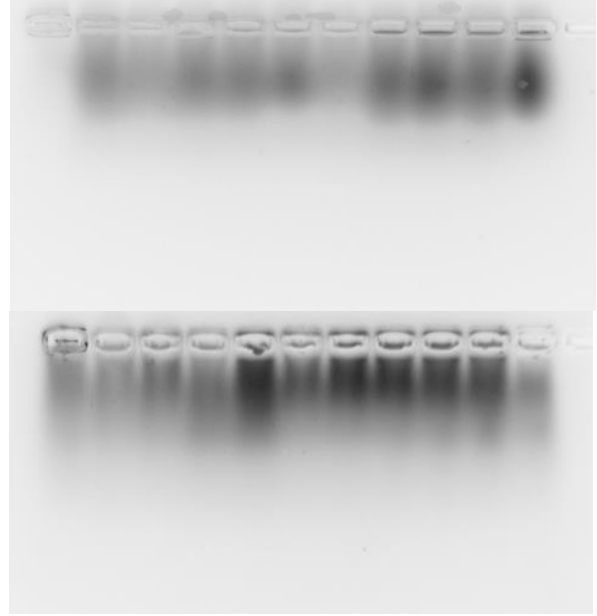
Şekil 2. Kuyucuk AMRESKO Ladder, 2-6 FrUNIF-FrUNIR primer çifti ürünlerinin Hinf1/Tru1I enzimleriyle PCR-RFLP ürünleri, Son kuyucuk Negatif Kontrol (-).

Çalışılan 70 örnekten 1 tanesinde DNA elde edilememiştir. Geriye kalan 69 örneğin tamamı *F. occidentalis* PCR-RFLP patternine uygun 190 ve 147 bp içeren 2 bant vermiştir. Elde ettiğimiz tüm örneklerin morfolojik tanımlamalarının yanında moleküler olarak da *F. occidentalis* türü olduğu teyit edilmiştir.

Bu yöntem daha önce de belirttiği üzere *F. occidentalis*, *F. intosa*, *F. pallida* ve *F. tenuicornis* türlerini diğer tüm Trips türlerinden ayırmada ve bu 4 türün birbirinden ayrılmasında en geçerli PCR-RFLP protokolüdür. Bunun yanında *F. occidentalis* ve *F. intosa* ayrımı için (Mainali ve ark., 2008), *Hercinothrips femoralis*, *F. occidentalis*, *Thrips palmi*, *T. tabaci* ve *Heliethrips haemorrhoidalis* ayrımı için (Brunner ve ark., 2002) ve *F. occidentalis*, *F. intosa*, *T. hawaiiensis*, *T. coloratus*, *T. flavus*, *T. palmi*, *T. tabaci* ve *T. setosus* için (Toda ve Komazaki, 2002) çeşitli PCR-RFLP protokolleri de bulunmaktadır. Ancak en geçerli yöntem bu çalışmada kullanılan yöntemdir ve buna göre tüm örnekler *F. occidentalis* olarak tespit edilmiştir.

Total RNA izolasyonunun ilk aşamasında böcek yapısının tamamen parçalanması sağlanmış ve DNA/RNA izolasyonu yapılmıştır. İzole edilen DNA/RNA örnekleri %1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek kontrol edilmiştir. Jel görüntüleri değerlendirildiğinde Şekil 3' de görüldüğü gibi

smear bir bant görüntüsü pozitif bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Bütün izolatlar ayrı ayrı jellerde yürütülmüş ve pozitif değerlendirilen DNA/RNA izolatları reverse transkriptaz enzimiyle RT-PCR yöntemi kullanılarak cDNA sentezinde kalıp olarak kullanılmıştır.



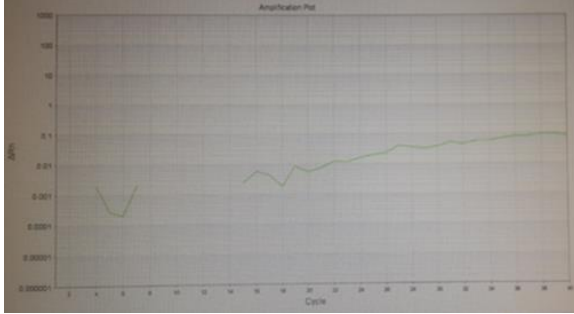
Şekil 3. *F. occidentalis* örneklerinden elde edilen DNA/RNA izolatlarının agaroz jel elektroforezinde kontrolü

RT-qPCR sonuçları değerlendirildiğinde; birinci örnek PrimerS (primer 1 ve primer 2) ile 25. döngüden itibaren 0.7 seviyelerinden 1.1 seviyesine kadar artış göstermiş ve bu artış yaklaşık 32. döngüden sonra durağanlaşmıştır. Benzer şekilde aynı örneğin 2. paraleli de 25. döngüden itibaren artış göstermiş fakat farklı olarak başlangıç 1.7'den bitiş seviyesi yaklaşık 10 değerine ulaşmıştır. Bununla beraber; ikinci örneğin PrimerS ile yapılan qPCR işleminde olumlu bir sonuç alınmamıştır. Üçüncü örneğin PrimerS ile yapılan qPCR işlemi sonucunda birinci örneğe benzer şekilde artış görülmüş fakat farklı olarak artış 30. döngüden sonra (31. ve 34. Döngü) başlamış olup ekspresyon seviyesi 0.02 den 1.1 seviyesine çıkmıştır. Dördüncü örneğin PrimerS ile qPCR uygulandığında ise 36. döngüden sonra bir miktar artış görülmüştür.

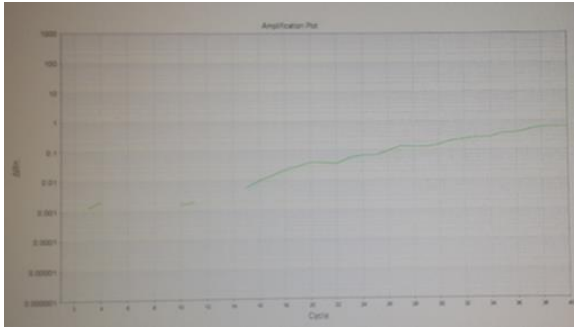
PrimerM ile yapılan analizlerde birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü örneklerin her iki paralelinde de ekspresyon seviyesinde bir artış tespit edilememiştir.

PrimerL ile yapılan qPCR analizlerinde birinci örnekte olumlu bir sonuç alınamamasına karşın ikinci örnekte her iki paralelde 14-15. döngüden itibaren bir artış eğilimi yakalanmıştır (Şekil 4). Ancak bu artış 0.004 seviyelerinden 0.1 seviyesine doğru olmuştur. Üçüncü örneğin birinci paralelinde de benzer şekilde 15. döngüden itibaren bir ekspresyon artışı gözlemlenmiştir (Şekil 5). Bu artış 0.007 seviyelerinden 0.07 seviyelerine doğru olmuştur. Üçüncü örneğin ikinci paralelinde ise 14. döngü itibarıyla kendini

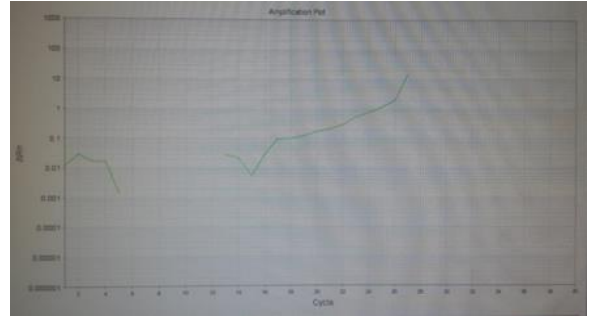
gösteren ancak birkaç döngü varlığını sürdüren bir ekspresyon tespit edilmiştir. Fakat ekspresyonun kesik olmasına karşın 0.07 seviyesinden başlayıp 6 seviyesine çıkmış olması dikkat çekicidir. Çalışmanın en dikkat çekici sonucu dördüncü örneğin PrimerL ile elde edilen qPCR sonucudur. Dördüncü örneğin PrimerL ile ekspresyonu 0.3 seviyesinden başlayıp 10.1 seviyesine çıkmıştır (Şekil 6).



Şekil 4. İkinci örneğin PrimerL ile qPCR sonucu.

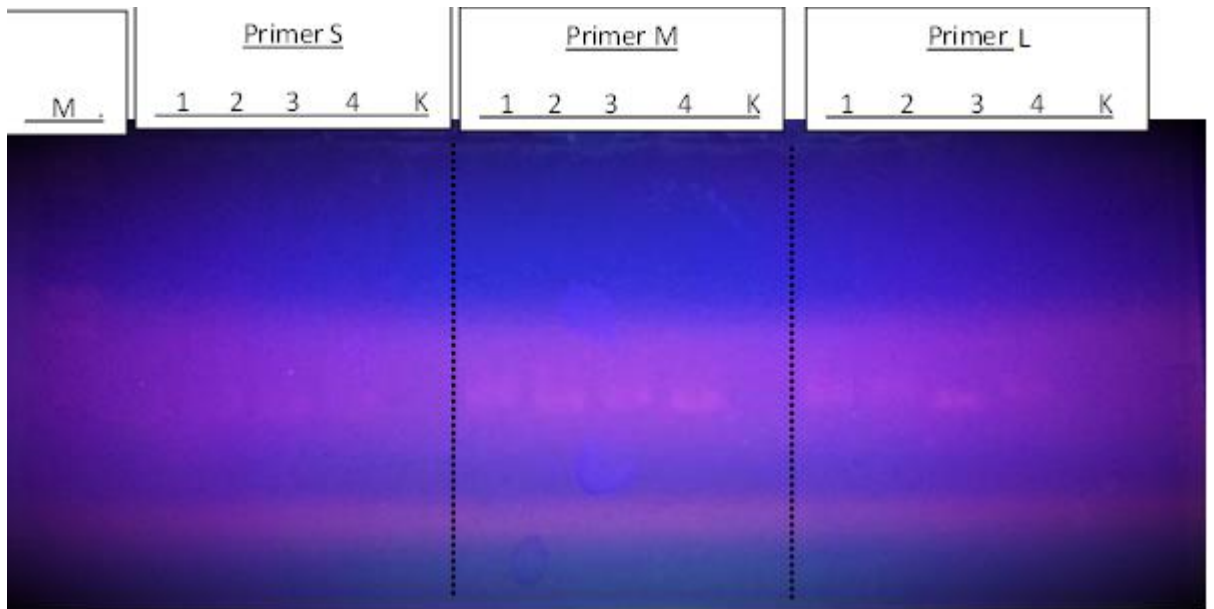


Şekil 5. Üçüncü örneğin PrimerL ile qPCR sonucu.



Şekil 6. Dördüncü örneğin PrimerL ile qPCR sonucu.

Her üç örneğin de ortalama 14. döngü itibarıyla artışa geçmesi de dikkat çekici bir noktadır. Bununla beraber; *F. occidentalis*'de bulunan tospovirüslere ait cDNA izolatları ile yapılan qPCR analizlerinin aynı primer çiftleri (PrimerS, PrimerM, PrimerL) kullanılarak klasik PCR da doğrulaması yapılmıştır. Bu sayede işlem güvenilirliği bir kez daha test edilmiştir. Bu amaçla cDNA örneklerinden 5 ul alınıp kalıp olarak kullanılmış, kontrol tüplerinde cDNA yerine dH2O eklenmiştir. PCR türlerinin agaroz jel elektroforezinde yapılan kontrollerinde PrimerS, PrimerM ve PrimerL primer çiftlerinin 1, 2, 3 ve 4 no' lu örneklerde pozitif sonuç verdiği, kontrol sütunlarında ise herhangi bir bant oluşmadığı belirlenmiştir (Şekil 7). Bu sonuçlarla cDNA izolasyonundan elde edilen izolatların kalıp olarak kullanılmaya uygun olduğu belirlenmiştir. Tercih edilen primer çiftleri de bu kalıp DNA'lar üzerinde kendilerine tanıyacakları bir dizi bulabilmektedir. Elde edilen bu sonuçlar Erias ve ark. (2001)'ni desteklemektedir.



Şekil 7. Q-PCR sonuçlarını doğrulama amacıyla yapılan kontrol PCR sonuçları, dört örnek üç farklı primer çiftiyle reaksiyona tabi tutulmuştur.



## SONUÇ

Aydın ilinin farklı bölgelerinden çilek tarlalarından toplanan trips örnekleri uygulanan PCR-RFLP protokolü ile tanılanmış ve elde edilen tüm türlerin *F. occidentalis* türüne ait olduğu saptanmıştır. Bununla beraber; belirlediğimiz primerler yardımıyla RT-qPCR yöntemi kullanılarak böcekte bulunması muhtemel Tospovirüsler tespit edilmeye çalışılmıştır. RT-qPCR sonuçlarına göre kullandığımız primerlerden “primerM” olarak etiketlenen primer çifti herhangi bir olumlu sonuç vermemiştir. Bununla beraber “primerS” çiftiyle 3 adet, “primerL” çiftiyle 3 adet olmak üzere 6 pozitif sonuç alınmış ve kullanılan bu yöntemle tospovirüslerin varlığı tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, ribozomal RNA gen bölgelerini hedef alan tespit sistemimizin yüksek derecede hassasiyet ve özgünlüğe sahip olduğunu göstermiştir. Ancak bu sonuçların daha detaylı analizlerle doğrulanması gerekmektedir. Bu çalışmanın devamında örnek sayısı, primer sayısı ve primer çeşidi arttırılarak ve kantitatif analizlere imkan verecek teknik alt yapı da çalışmaya dahil edilerek bir çok tarımsal üründe zararlara sebep olan *F. occidentalis* ve bunun taşıdığı Tospovirüslerin tespitini kolaylıkla yapabilecek bir yöntem geliştirilebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde finansal destek sağlayan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimizi sunarız (Proje No: ZRF-16010).

## KAYNAKLAR

- Beaudoin ALP, Kahn ND, Kennedy GG (2009) Bell and Banana Pepper Exhibit Mature-Plant resistance to Tomato Spotted Wilt Tospovirus Transmitted by *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 102 (1): 30-35.
- Brunner P, Fleming C, Frey J (2002) A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLPbased approach. *Agricultural and Forest Entomology* 4 (2): 127–136.
- Coll M, Shakya S, Shouster I, Nenner Y, Steinberg S (2006) Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 122 (1): 59-67.
- Doğanlar M, Aydın S (2009) Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Türkiye)'nde yeni bir zararlı, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(2): 153-160.
- Eiras M, Resende RO, Missiaggia AA, Avila AC (2001) RT-PCR and dot blot hybridization methods for a universal detection of tospoviruses. *Fitopatologia Brasileira*, 26:170–175. <https://doi.org/10.1590/s0100-41582001000200009>
- Huang, KS., Lee, SE, Yeh Y, Shen GS, Mei E, Chan CM (2010) Taqman real-time quantitative PCR for identification of western flower thrip (*Frankliniella occidentalis*) for plant quarantine. *Biology letters*, 6(4):555-557.

- Kirk WDJ, Terry LI (2003) The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*,5 (4): 301-310.
- Kuipers AGJ, Jongsma MA (2004) Isolation and molecular characterization of cathepsin L-like cysteine protease cDNAs from western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 139 (1): 65-75.
- Law MD, Speck J, MOYER JW (1992) The M RNA of Impatiens Necrotic Spot Tospovirus (Bunyaviridae) Has an Ambisense Genomic Organization. *Virology*, 188 (2):732-741.
- Li HB, Du YZ (2013) Molecular cloning and characterization of an Hsp90/70 organizing protein gene from *Frankliniella occidentalis* (Insecta: Thysanoptera, Thripidae). *Gene*, 520 (2): 148–155.
- Mainali BP, Shrestha S, Lim UT, Kim Y (2008) Molecular markers of two sympatric species of the genus *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 11(1): 45-48.
- Marie-Nguyen M, Haenni AL (2003) Expression strategies of ambisense viruses. *Virus Research*, 93 (2): 141-150.
- Moriones E, Aramburu J, Riudavets J, Arno J, Lavina A (1998). Effect of plant age at time of infection by tomato spotted wilt tospovirus on the yield of field-grown tomato. *European Journal of Plant Pathology* 104: 295-300.
- Nagata T, Almeida ACL, Resende RO, DeAvila AC (2004) The competence of four thrips species to transmit and replicate four tospoviruses. *Plant Pathology* 53(2): 136–140.
- Navas SVE, Funderburk JE, Beshear RJ, Olson SM, Mack TP (1991) Seasonal Patterns of *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) in Tomato Flowers. *Journal of Economic Entomology*,84 (6):1818-1822.
- Okazaki S, Okuda M, Komi K, Yamasaki S, Okuda S, Sakurai T, Iwanami T (2011) The effect of virus tirtre on acquisition efficiency of Tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis* and the effect of temperature on detectable period of the virus in dead bodies. *Australian Plant Pathology*, 40: 120-125.
- Okuda M, Hanada K (2001) RT-PCR for detecting five distinct Tospovirus species using degenerate primers and dsRNA template. *Journal of Virological Methods*, 96 (2): 149–156.
- Riley DG, Joseph S, Srinivasan S, Diffie S (2011) Thrips Vectors of Tospoviruses. *Journal of Interated. Pest Management*, 2(1): I1-I10.
- Roberts CA, Dietzgen RG, Heelan LA, Maclean DJ (2000) Real-time RT-PCR fluorescent detection of tomato spotted wilt virüs. *Journal of Virological Methods*, 88 (1): 1–8.
- Rotenberg D, Kumar NKK, Ullman DE, Astua MM, Willis DK, German TL, Whitfield AE (2009) Variation in Tomato spotted wilt virus Titer in *Frankliniella occidentalis* and Its Association with frequency of Transmission, *Phytopathology* 99(4): 404-410.

- Schoonhoven AV, Peña JE (1976) Estimation of Yield Losses in Cassava Following Attack from Thrips. *Journal of Economic Entomology*, 69 (4):514-516.
- Sokmen MA, Sevik MA (2013) Spread of Tomato spotted wilt virus from an internal virus source by thrips species in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 41: 159-168.
- Toda S, Komazaki S (2002) Identification of thrips species (Thysanoptera: Thripidae) on Japanese fruit trees by polymerase chain reaction and restriction fragment length polymorphism of the ribosomal ITS2 region. *Bulletin of Entomological Research* 92 (4): 359–363.
- Tunç I, Göçmen H (1994) New greenhouse pests, *Polyphagotarsonemus latus* and *Frankliniella occidentalis* in Turkey. *FAO Plant Protection Bulletin*, 42: 218–220.
- Wijkamp I, Van Lent J, Kormelink R, Goldbach R, Peters D (1993) Multiplication of tomato spotted wilt virus in its insect vector, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of General Virology*, 74 (3):341-349.
- Yıldırım EM, Başpınar H (2013) Aydın ili çilek alanlarında *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'nin popülasyon dalgalanmaları. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(4): 135-138.
- Zhang GF, Meng XQ, Min L, Qiao WN, Wan FH (2012) Rapid diagnosis of the invasive species, *Frankliniella occidentalis* (Pergande): a species-specific COI marker, *Journal of Applied Entomology*, 136 (6): 410–420.



# Çocuk Oyun Alanlarının Tasarım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi: Aydın-Efeler Örneği

**ABDULLAH AKPINAR** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın, Türkiye

**Öz:** İnsanların günlük rekreasyon ihtiyaçlarını karşılayan parklar, içerlerinden barındırdıkları çocuk oyun alanları ile çocukların için zihinsel, fiziksel ve sosyal ihtiyaçlarını karşıladıkları mekanlar olarak ön plana çıkmaktadır. Ancak peyzaj tasarım kriterlerine göre tasarlanmayan çocuk oyun alanları, çocukların gereksinimlerini karşılayamamaktadır. Bu sebeple bu çalışmada Aydın Efeler ilçesinde bulunan parklardaki çocuk oyun alanlarının peyzaj tasarım kriterleri açısından yeterliliği incelenmiştir. Toplam 32 park erişilebilirlik, oyun ekipman durumu, donatı elemanları, zemin kaplamaları, sınırlama elemanları ve bitki materyali ilkelerine göre uygunluğu incelenmiştir. Yapılan inceleme ve değerlendirme sonucunda tasarım kriterleri açısından en uygun park 175 puanla İsmet Sezgin Parkı, en az uygun olan park ise 77 puanla Ahmet Emin Erkayın Parkı olmuştur. Çalışma sonucunda çocuk oyun alanları için öneriler getirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çocuk oyun alanları, parklar, tasarım ilkeleri, Aydın

**Evaluation of playgrounds in terms of design criteria: The case study of Aydın-Efeler**

**Abstract:** Parks that satisfy people's daily recreational needs are characterized as places where playgrounds satisfy their mental, physical, and social needs. However, playgrounds that are not designed according to landscape design criteria cannot meet the needs of children. For this reason, this study examined the adequacy of playgrounds in parks in the Aydın-Efeler district in terms of landscape design criteria. A total of 32 parks were examined in terms of accessibility, the condition of play equipment, equipment elements, ground coverings, boundary elements, and the principles of plant material. The results showed that İsmet Sezgin Park was the most suitable park in terms of design criteria with 175 points, while Ahmet Emin Erkayın Park was the least suitable park with 77 points. At the end of the study, suggestions were made for playgrounds.

**Keywords:** Playgrounds, parks, design principles, Aydın

## GİRİŞ

1980'den bu yana ülkemizin hızlı kentleşmesi, çocuklar için dış mekân oyun alanlarını önemli ölçüde azaltmış ve bu da çocuklar arasında şişmanlık ve fiziksel hareketsizlik riskini artırmıştır. Örneğin, Türkiye'de 1995 yılında obezite oranı erkek ve kızlarda sırasıyla %2,6 ve %1,55 iken (Sağlık Bakanlığı, 2014), bugün bu oran günümüzde %8,4'e yükselmiştir (Şık, 2017). Endişe verici bir diğer konu ise çocuklardaki fiziksel hareketsizlik, büyüdüklerinde psikolojik rahatsızlıklara, koroner kalp hastalıklarına, meme ve kolon kanserlerine, kronik hastalıklara, tip 2 diyabete, yağlanma gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmekte ve insan yaşam süresini kısaltabilmektedir (Guthold, vd., 2018). Sağlık Bakanlığı'nın verilerine göre kentlerde yaşayan 6-11 yaş arası çocuklarda ve 12-18 yaş arası ergenlerde fiziksel hareketsizlik oranları sırasıyla %58,2 ve %57'dir (Sağlık Bakanlığı, 2014). Çocukların ve ergenlerin fiziksel hareketsizliği, yetişkinliklerinde ciddi bir sorundur çünkü çocukların ve ergenlerin fiziksel hareketsizlik yaşam tarzı, yetişkinliğe eriştiklerinde kötü sağlık sorunlarıyla ilişkilidir (Hallal, vd., 2006; Reilly & Kelly, 2011).

Öte yandan, çocuklar için fiziksel aktivitenin sağlık açısından faydaları yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Örneğin, çocukluk döneminde gerçekleştirilen fiziksel aktiviteler, çocukların kemik ve iskelet sağlıklarına (2006; WHO, 2010; Gunter, vd., 2012), kardiyovasküler sağlıklarına (Janssen & LeBlanc, 2010; The Ministry of Health, 2014), motor beceri

gelişimlerine (Fisher, vd., 2011), bilişsel işleyişlerine (Kellert, 2005) ve uyku kalitesinin iyileştirilmesine (Philbrook & El-Sheikh, 2016) katkı sağlar. Bu dönemdeki fiziksel hareket aynı zamanda yağlanmanın (Hills, vd., 2011; Dadvand, vd., 2014) ve depresyon ve anksiyete semptomlarının (Strong, vd., 2005; Brown, vd., 2012) azalmasıyla da ilişkilidir. Fiziksel aktivitenin çocukların akademik performansları (Raspberry, vd., 2011) ve öz saygıları (Ekeland, vd., 2004) üzerinde de olumlu etkileri vardır. Ayrıca erişkinlik döneminde aktif ve sağlıklı yaşam tarzının geliştirilmesi çocukluk ve ergenlik döneminde fiziksel aktivite ile desteklenmektedir (Jose, vd., 2011).

Giderek artan sayıda araştırma, çocukların fiziksel aktivite seviyelerini etkileyen potansiyel çevresel faktörleri araştırmaktadır (Akpınar, 2017). Potansiyel çevresel faktörlerden biri de kentsel yeşil alanlardır (Lachowyc, vd., 2012). Kentsel yeşil alanlar içerisinde ise çocuk oyun alanlarıdır (Balloğlu, vd., 2022). Yapılan araştırmalar çocuğun gelişiminin büyüme döneminde bulunduğu ortamlar tarafından yönlendirildiğini ve çocuğun davranış kalıplarının kişisel özelliklerinden çok, içinde bulunduğu mekanlar tarafından belirlendiğini göstermektedir (Wicker,

\* Sorumlu yazar: [aakpinar@adu.edu.tr](mailto:aakpinar@adu.edu.tr)

Geliş tarihi: 3 Ağustos 2024

Kabul tarihi: 26 Kasım 2024



belirlenmiştir (Tablo 2) (Çetin, 2003; Küçükerbaş, vd., 2017). Belirlenen bu kriterleri çocuk oyun alanlarının karşılaması 5'li Likert tipi puanlama ile değerlendirilmiş olup, 1 puan çok az/hiç karşılamıyor, 5 puan ise tümünü karşılıyor şeklinde puanlandırılmıştır.

Tablo 2. Park değerlendirme formu

ÖLÇÜTLER	ÖLÇÜT KRİTERLERİ	1	2	3	4	5
UYGUN YER SEÇİMİ	-Görsel ve fiziksel erişimi					
	-Konut alanlarına yakınlığı					
	-Taahüt trafiğinden uzaklığı					
ALANA İLİŞKİN VERİLERİ ETKİN ŞEKİLDE KULLANMA	-Trafığe karşı önlemler alınması					
	-Fiziksel çevre koşullarına elverişliliği					
	-Güneşli gün sayısı yeterliliği					
BÜTÜNCÜL MEKAN ORGANİZASYONU	-Malzeme seçimi uygunluğu					
	-Hedefleri ve ihtiyaçların karşılanması					
	-Çevresiyle yapısal veya bitkisel sınırlandırıcıların kullanılması					
GÜVENLİK	-Bitki ve donatı seçimlerinin uygunluğu					
	-Oyun elemanları yeterliliği					
	-Konumlandırmanın uygunluğu					
SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEME	-Yaş gruplarına göre güvenlik önlemlerinin alınması					
	-Yaş gruplarına göre oyun elemanı seçiminin uygunluğu					
	-Çevre güvenliğinin alınması					
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Zemin malzemesi seçiminin uygunluğu					
	-Seçilen malzemelerin iklimsel değişikliklere uygunluğu					
	-Gen dönüşümlü malzemenin kullanılması					
EŞİTLİK	-Her kullanıcının göz önüne alınması					
	-Her yaş grubunun düşünülmesi					
	-Eğitim ve yer doğemesinin uygunluğu					
DAYANIKLILIK	-Yaş gruplarının belirlenerek tasarlanması					
	-Çocukların yeteneklerine göre oluşturulması					
	-Fiziksel ve zihinsel gelişimi destekleyen öğelerin bulunması					
DEĞİŞİME VE YENİLİKLERE AÇIK OLMA	-Başarılı oyun alanı					
	-Özel tasarlanması					
	-Farklı yaş grupların bir arada oynamalarına olanak sağlanması					
BITKİLENDİRME	-Modern,yaratıcı, çevreye duyarlı değişime açık ve yenilikçiliği					
	-Malzemelerin, dayanıklılık ve performansının göz önüne alınarak seçilmesi					
	-Kullanım süresinin ve sıklığının dikkate alınması					
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Çevresel bir yaklaşım ile doğal malzemelerin seçilmesi					
	-Doğal ve sağlıklı bir çevrenin oluşturulması					
	-Kullanılan bitkilerin sürdürülebilirliğin ekolojik yönünü desteklemesi					
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Zararlı meyveleri olan yada dikenli türlerin kullanılması					
	-Doğal bitki türlerinin seçilmesi					
	-Yeşil dokunun bakımının yapılması					

Gözlem ve değerlendirme formları hazırlandıktan sonra, Efeler ilçesinde belirlenen alanlar iki peyzaj mimarı tarafından ziyaret ederek alanları öncelikle fotoğraflamışlardır. Çalışmada puanlandırma ve değerlendirme objektif değer yargıları ve kriterleri temel alınmış ve bu kapsamda çocuk oyun alanları iki peyzaj mimarı

tarafından önceden belirlenen Tablo 1 ve Tablo 2'de belirlenen kriterlere göre değerlendirme ölçütleri yardımıyla değerlendirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Araştırma Alanlarına İlişkin Gözlem Formlarından Elde Edilen Bulgular

Araştırma alanları; mekanların genel özellikleri, sahip olduğu eğitsel, sosyal ve kültürel işlevleri ile mekânsal yeterlilikleri yönüyle irdelenmiştir. Güzelhisar Mahallesi'nde Tataristan Bugulma Parkı (Tablo 3 ve 4) kent merkezinde olup yoğun sirkülasyonun olduğu bir konumdadır.

Tablo 3. Tataristan Bugulma Parkı gözlem sonucu

TATARİSTAN BUGULMA PARKI										
GENEL BİLGİLER			ERİŞİLEBİLİRLİK DURUMU			SINIRLAMA ELEMANLARI				
Mahalle/Sokak	GÜZELHİSAR MAHALLESİ/303. SK		Yönelendirme Levhaları			Bkkl	Duvar	Metal	Ahşap	Yok
Toplam Alan	2.270m <sup>2</sup>		Mevcut	✓	Mevcut Değil					X
Parkın İçinde	✓		Güvenli Giriş / Çıkış Olanakları			BITKİ MATERYALI				
Parktan Bağımız	✓		Sağlanmış	✓	Sağlanmamış	Mevcut	✓	Mevcut Değil		X
MEVCUT OYUN ELEMANLARI			DONATI ELEMANLARI			Yeterli	Yeterli Değil	Bakımı	Bakımı Değil	X
Türü	Adet	Malzeme	Türü	Adet	Malzeme	Yeterlilik	Bakım	MEVCUT BITKİ TÜRLERİ		
Kombine Eleman	1	PLASTİK	Aydınlatma Elemanı	9	METAL	✓	✓	Cupressus spp. (Servis)		
Zip Zip	X	X	Çiğ Kuruşu	3	AHŞAP METAL	X	✓	Washingtonia robusata (Palmiye)		
Saltınak	7	METAL PLASTİK	Okuma Elemanı	7	METAL	X	✓	Juniperus spp. (Arçık)		
Tahiretevali	1	METAL PLASTİK	Gölgeleme Elemanı	X	X	X	X	Robinia spp. (Akasya)		
Tırmanma Elemanı	1	METAL PLASTİK	Çeşme	X	X	X	X	Melia azederach (Tebah Ağacı)		
Kaydırak	2	PLASTİK	Diğer	7	METAL PLASTİK	✓	✓			
Su Oyunu	X	X	ZEMİN KAPLAMASI							
Döner Döndür	1	METAL PLASTİK	Malzeme Türü	KAUÇUK		GENEL DEĞERLENDİRME				
Döner Platform	X	X	Malzeme Renğinin Uygunluğu	✓		Yer Seçiminin Uygunluğu				
Barklık	X	X	Uygulama Tekniklerinin Uygunluğu	✓		Tasarımın Etkinliği				
Hareketli Köprü	X	X	Bakım-Yönetimin Başarı	✓		Uygulanmanın Başarı				
Sabit Köprü	1	METAL PLASTİK	Kurum Haruru Görünüş Durumu	X		Bakım - Yönetimin Etkinliği				

Diğer çalışma alanlarına göre daha modern ve daha yeniliklere açık bir parktır. Oyun alanının zemininde kullanılan kauçuk diğer çocuk oyun alanlarından farklı daha renkli ve desenli bir şekilde tasarlanmıştır. Ancak park genelinde aydınlatma elemanı bulunsa da oyun alanında aydınlatma elemanı yetersizliği tespit edilmiştir.

Diğer oyun alanlarına bakıldığında kullanılan oyun elemanları daha farklı ve özel tasarım ürünüdür. Oyun alanının da gölgeleme elemanı kullanılmamış olup alanda gölge unsuru oluşturacak bitki materyalinin de eksik olduğu tespit edilmiştir.

Meşrutiyet Mahallesi'nde çalışma alanı olarak 3 adet park belirlenmiştir. Bu parklar İsmet Sezgin Parkı (Tablo 5 ve 6), Gençlik Parkı, Şehit Kubilay Parkı'dır. Bu mahallede bulunan İsmet Sezgin Parkı incelenen parklar arasında en donanımlı ve en yüksek puanı alan parktır. Diğer alanlara oranla daha özel tasarlanmış bir parktır. Alanda bulunan diğer parkların (Gençlik Parkı, Şehit Kubilay Parkı) yaş gruplarına göre tasarlanmadığı ve güvenlik önlemlerinin alınmadığı tespit edilmiştir. Bu mahalledeki bütün parklar mahalle parkı niteliğinde oluşturulmuştur.

Tablo 4. Tataristan Bugulma Parkı gözlem sonucu

ÖLÇÜTLER	ÖLÇÜT KRİTERLERİ	1	2	3	4	5
UYGUN YER SEÇİMİ	-Görsel ve fiziksel erişim					✓
	-Konut alanlarına yakın					✓
	-Taşıt trafiğinden uzak				✓	
ALANA İLİŞKİN VERİLERİ ETKİN ŞEKİLDE KULLANMA	-Trafiğe karşı önlemler alınmıştır		✓			
	-Fiziksel çevre koşullarına elverişli		✓			
	-Güneşli gün sayısı yeterli					✓
BÜTÜNCÜL MEKAN ORGANİZASYONU	-Malzeme seçimi uygun				✓	
	-Gölge ve korunaklı alanlar yeterli	✓				
	-Hedefleri ve ihtiyaçları karşılamaktadır				✓	
GÜVENLİK	-Çevresiyale yapısal veya bitkisel sınırlandırıcılar kullanılmıştır	✓				
	-Bitki ve donatı seçimi uygun		✓			
	-Oyun elemanları yeterli				✓	
SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEME	-Konumlandırma uygundur				✓	
	-Yaş gruplarına göre güvenlik önlemleri alınmıştır			✓		
	-Yaş gruplarına göre oyun elemanı seçimi uygundur				✓	
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Çevre güvenliği alınmıştır		✓			
	-Zemin malzemesi seçimi uygundur					✓
	-Seçilen malzemeler iklimsel değişikliklere uygundur				✓	
EŞİTLİK	-Geri dönüşümlü malzeme kullanılmıştır				✓	
	-Malzemeler sürdürülebilir				✓	
	-Engelli ve engelsiz kullanıcılara göz önüne alınmıştır	✓				
DEĞİŞİME VE YENİLİKLERE AÇIK OLMA	-Mekana erişim kolay sağlanmaktadır					✓
	-Her kullanıcı göz önüne alınmıştır				✓	
	-Her yaş grubu düşünümüştür				✓	
DAYANIKLILIK	-Eğim ve yer doğemesi uygun			✓		
	-Yaş grupları belirlenerek tasarlanmıştır				✓	
	-Çocukların yeteneklerine göre oluşturulmuştur		✓			
BITKİLENDİRME	-Fizikal ve zihinsel gelişimi destekleyen öğeler bulunmaktadır		✓			
	-Başarılı oyun alanıdır					✓
	-Özel tasarlanmıştır					✓
BÜTÜNCÜL MEKAN ORGANİZASYONU	-Farklı yaş grupların bir arada oynamalarına olanak sağlamıştır				✓	
	-Modern yaratıcı çevreye duyarlı değişime açık ve yenilikçidir				✓	
	-Malzemeler, dayanıklılık ve performansı göz önüne alınarak seçilmiştir		✓			
GÜVENLİK	-Kullanım süresi ve sıklığı dikkate alınmıştır				✓	
	-Doğal ve sağlıklı bir çevre oluşturulmuştur		✓			
	-Çevresel bir yaklaşım ile doğal malzemeler seçilmiştir		✓			
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Doğal ve sağlıklı bir çevre oluşturulmuştur		✓			
	-Kullanılan bitkiler sürdürülebilirlik ekolojik yönünü desteklemektedir		✓			
	-Zararlı meyveleri olan yada dikenli türler kullanılmamıştır		✓			
EŞİTLİK	-Doğal bitki türleri seçilmiştir			✓		
	-Yeşil dokunun bakımı yapılmaktadır				✓	
	-Eğim ve yer doğemesi uygun				✓	
DEĞİŞİME VE YENİLİKLERE AÇIK OLMA	-Yaş grupları belirlenerek tasarlanmıştır				✓	
	-Çocukların yeteneklerine göre oluşturulmuştur				✓	
	-Fiziksel ve zihinsel gelişimi destekleyen öğeler bulunmaktadır				✓	
DAYANIKLILIK	-Başarılı oyun alanıdır					✓
	-Özel tasarlanmıştır					✓
	-Farklı yaş grupların bir arada oynamalarına olanak sağlamıştır				✓	
BITKİLENDİRME	-Modern yaratıcı çevreye duyarlı değişime açık ve yenilikçidir				✓	
	-Malzemeler, dayanıklılık ve performansı göz önüne alınarak seçilmiştir		✓			
	-Kullanım süresi ve sıklığı dikkate alınmıştır				✓	
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Doğal ve sağlıklı bir çevre oluşturulmuştur		✓			
	-Kullanılan bitkiler sürdürülebilirlik ekolojik yönünü desteklemektedir		✓			
	-Zararlı meyveleri olan yada dikenli türler kullanılmamıştır		✓			
EŞİTLİK	-Doğal bitki türleri seçilmiştir			✓		
	-Yeşil dokunun bakımı yapılmaktadır				✓	
	-Eğim ve yer doğemesi uygun				✓	

Tablo 5. İsmet Sezgin Parkı gözlem sonucu

İSMET SEZGIN PARKI													
GENEL BİLGİLER		ERİŞİLEBİLİRLİK DURUMU				SINIRLAMA ELEMANLARI							
Mahalle/Sokak	MESURUTYET MAHALLESİ/2008 SK.	Yönlenimde Levhalar				Bibi	Duvar	Metal	Anpaç	Yok	Yeterli		
Toplam Alan	8.086m <sup>2</sup>	Mevcut	Mevcut	Mevcut Deği	X						✓		
Parkın İsmi	✓	Güvenli Giriş / Çıkış Olanakı				BITKİ MATERYALI							
Parkın Başmısız	✓	Sağlanmış	✓	Sağlanmış	Mevcut	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
MEVCUT OYUN ELEMANLARI		DONATI ELEMANLARI				MEVCUT BITKİ TÜRLERİ							
Türü	Adet	Malzeme	Türü	Adet	Malzeme	Yeterli	✓	✓	✓	✓	✓		
Kombine Eleman	2	AHŞAP METAL	Aydınlatma Elemanı	28	METAL	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Zip-Zip	X	X	Çöp Kutusu	20	AHŞAP METAL	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Sallıcaık	4	METAL PLASTİK	Çamaşır Elemanı	35	AHŞAP METAL	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Tahterevalli	2	METAL PLASTİK	Gelişim Elemanı	4	AHŞAP METAL	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Termaına Eleman	2	METAL	Çeşme	X	X	X	X	X	X	X	X		
Kaydırak	5	METAL PLASTİK	Diğer	7	METAL PLASTİK	X	✓	✓	✓	✓	✓		
Su Oynusu	X	X	ZEMİN KAPLAMASI				GENEL DEĞERLENDİRME						
Döner Silindri	X	X	Malzeme Türü	KAUÇUK				Yer Seçiminin Uygunluğu					
Döner Platform	X	X	Malzeme Renğinin Uygunluğu	✓				Yer Seçiminin Uygunluğu					
Bařsa	X	X	Uygulama Tekniğinin Uygunluğu	✓				Tasarımın Etkinliğı					
Hareketli Köprü	X	X	Bakım-Yönetimin Başarı	✓				Uygulanmanın Başarı					
Sabit Köprü	2	METAL PLASTİK	Kısmi Hareketli Güçlendirme Durumu	X				Bakım - Yönetimin Etkinliğı					

Tablo 6. İsmet Sezgin Parkı değerlendirme sonucu

ÖLÇÜTLER	ÖLÇÜT KRİTERLERİ	1	2	3	4	5
UYGUN YER SEÇİMİ	-Görsel ve fiziksel erişim					✓
	-Konut alanlarına yakın					✓
	-Taşıt trafiğinden uzak			✓		
ALANA İLİŞKİN VERİLERİ ETKİN ŞEKİLDE KULLANMA	-Trafiğe karşı önlemler alınmıştır					✓
	-Fiziksel çevre koşullarına elverişli					✓
	-Güneşli gün sayısı yeterli					✓
BÜTÜNCÜL MEKAN ORGANİZASYONU	-Malzeme seçimi uygun					✓
	-Gölge ve korunaklı alanlar yeterli				✓	
	-Hedefleri ve ihtiyaçları karşılamaktadır				✓	
GÜVENLİK	-Çevresiyale yapısal veya bitkisel sınırlandırıcılar kullanılmıştır					✓
	-Bitki ve donatı seçimi uygun					✓
	-Oyun elemanları yeterli				✓	
SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEME	-Konumlandırma uygundur				✓	
	-Yaş gruplarına göre güvenlik önlemleri alınmıştır				✓	
	-Yaş gruplarına göre oyun elemanı seçimi uygundur				✓	
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Çevre güvenliği alınmıştır					✓
	-Zemin malzemesi seçimi uygundur					✓
	-Seçilen malzemeler iklimsel değişikliklere uygundur				✓	
EŞİTLİK	-Geri dönüşümlü malzeme kullanılmıştır				✓	
	-Malzemeler sürdürülebilir				✓	
	-Engelli ve engelsiz kullanıcılara göz önüne alınmıştır					✓
DEĞİŞİME VE YENİLİKLERE AÇIK OLMA	-Mekana erişim kolay sağlanmaktadır					✓
	-Her kullanıcı göz önüne alınmıştır				✓	
	-Her yaş grubu düşünümüştür				✓	
DAYANIKLILIK	-Eğim ve yer doğemesi uygun				✓	
	-Yaş grupları belirlenerek tasarlanmıştır				✓	
	-Çocukların yeteneklerine göre oluşturulmuştur				✓	
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Fiziksel ve zihinsel gelişimi destekleyen öğeler bulunmaktadır				✓	
	-Başarılı oyun alanıdır					✓
	-Özel tasarlanmıştır					✓
EŞİTLİK	-Farklı yaş grupların bir arada oynamalarına olanak sağlamıştır				✓	
	-Modern yaratıcı çevreye duyarlı değişime açık ve yenilikçidir				✓	
	-Malzemeler, dayanıklılık ve performansı göz önüne alınarak seçilmiştir		✓			
DAYANIKLILIK	-Kullanım süresi ve sıklığı dikkate alınmıştır				✓	
	-Doğal ve sağlıklı bir çevre oluşturulmuştur		✓			
	-Çevresel bir yaklaşım ile doğal malzemeler seçilmiştir		✓			
BITKİLENDİRME	-Doğal ve sağlıklı bir çevre oluşturulmuştur		✓			
	-Kullanılan bitkiler sürdürülebilirlik ekolojik yönünü desteklemektedir		✓			
	-Zararlı meyveleri olan yada dikenli türler kullanılmamıştır		✓			
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Doğal bitki türleri seçilmiştir			✓		
	-Yeşil dokunun bakımı yapılmaktadır				✓	
	-Eğim ve yer doğemesi uygun				✓	

Cumhuriyet Mahallesi'nde Nevzat Biçer Parkı (Tablo 7 ve 8), Kemal Ünlü Parkı, Şehit Mehmet Erdem Parkı ve Şehit Talip Şekerci Parkı incelenmiştir. Nevzat Biçer Parkı oldukça donanımlı ve bu mahalledeki en fazla donatı ve oyun elemanına sahip park olarak belirlenmiştir. Diğer parklarda güvenlik önlemleri kısmen alınmış, taşıt trafiğine yakın konumlandırılmıştır. Bu mahalledeki 4 adet parkın hepsinde de bitki örtüsünün bakımının yapıldığı tespit edilmiştir. Nevzat Biçer Parkı içerisinde süs havuzu bulunmaktadır. Şehit Mehmet Erdem Parkı ve Şehit Talip Şekerci Parkı yaş gruplarına düşünülmeden tasarlanmış ve hiçbir şekilde yeniliklere açık olmayan parklar olduğu tespit edilmiştir. Zeybek Mahallesi'nde Mehmet Selim Kiraz Parkı çalışma alanı olarak ele alınmıştır. Parkta güvenlik önlemleri alınmamış olup, giriş çıkışın sağlandığı alanlar taşıt trafiğinin olduğu alanlardan sağlandığı tespit edilmiştir. Oluşturulan donatı elemanlarından çöp kutusu ve aydınlatma elemanlarının oldukça yersiz olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan donatı elemanlarının ve çocuk oyun alanında kullanılan zemin kaplamasının bakımının yapılmadığı tespit

edilmiştir. Çalışma alanı yaş gruplarına göre tasarlanmamış olup eksik olduğu belirlenmiştir.

Mimarsinan Mahallesi'nde Avrupa Birliği Parkı ve Şehit Hüseyin Uzunova Parkı incelenmiştir. İncelenen parklar arasında sadece Avrupa Birliği Parkı'nda su oyunu gözlemlenmiştir. Avrupa Birliği Parkında kullanılan bitki örtüsünün genç ve yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Şehit Hüseyin Uzunova Parkı'nda sınırlandırma elemanı kullanılırken Avrupa Birliği Parkında herhangi bir sınırlandırma elemanı kullanılmamıştır. Bu iki çalışma alanında da zararlı meyveleri olan ya da dikenli türlü bitkilerin kullanıldığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. Nevzat Biçer Parkı gözlem sonucu

NEVZAT BIÇER PARKI											
GENEL BİLGİLER		ERİŞİLEBİLİRLİK DURUMU			SINIRLAMA ELEMANLARI						
Mahalle/Sokak	ÇUMURİYET MAHALLESİ/KÖRFEZ CD	Yönendirme Levhaları			Baki	Dura	Metal	Afraz	Yak	Yeterli	
Toplam Alan	11.886m <sup>2</sup>	Mevcut	Mevcut Deği	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Parkın İçinde	✓	Güvenli Giriş / Çıkış Olması			BITKİ MATERYALI						
Parkın Başımı		Sağlam	✓	Sağlam	Mevcut	✓	Mevcut Deği	✓	Yetersiz Deği	✓	
MEVCUT OYUN ELEMANLARI		DONATI ELEMANLARI			MEVCUT BITKİ TÜRLERİ						
Türü	Adet	Malzeme	Türü	Adet	Malzeme	Yeterli	Bakımı	✓	Bakımı Deği	✓	
Kombine Eleman	1	METAL PLASTİK	Aydınlatma Elemanı	45	METAL	✓	✓	✓	✓	✓	
Zip Zip	X	X	Çöp Kutusu	11	SHGAP METAL	✓	✓	✓	✓	✓	
Balınak	4	METAL PLASTİK	Çamaşır Elemanı	13	SHGAP METAL	✓	✓	✓	✓	✓	
Tahterevalli	2	METAL PLASTİK	Çalgı Elemanı	X	X	X	X	X	X	X	
Tırtırmama Elemanı	X	X	Çerçeve	X	X	X	X	X	X	X	
Kaydırak	5	METAL PLASTİK	Diğer	9	METAL PLASTİK	X	✓	✓	✓	✓	
Su Oyunu	X	X	ZEMİN KAPLAMASI			GENEL DEĞERLENDİRME					
Diğer Ekipman	X	X	Malzeme Türü	KAUÇUK		ERİŞİLEBİLİRLİK					
Döner Platform	X	X	Malzeme Renkleri	Uygun		X	Yer Seçimi Uygunluğu				
Barkas	X	X	Uygunluk	Uygun		✓	Tasarımın Etkiliği				
Hareketli Köprü	X	X	Bakım Yeterliliği	Bakım		X	Uygulanmış Bakımı				
Sabit Köprü	1	METAL	Kum Havuzu	Görünüm Durumu		✓	Bakım - Yeterliliği Etkiliği				

Zafer Mahallesi'nde toplam 3 adet park (Aytepe Mesire Alanı, Pınarbaşı Mesire Alanı, Aytepe Parkı) çalışmaya dahil edilmiştir. Parklar arasında bir tanesi cep parkı niteliğindedir. Mesire alanları bu mahalledeki en büyük yüzölçümüne sahip alanlardır. Bu alanlarda hiçbir şekilde eğitsel ve modern elemanlar kullanılmamıştır. Genellikle aynı türlerden seçilen bitkilerin sayısı oldukça fazladır. Bu alanlarda farklı ticari işletmeler bulunmaktadır. Ulaşımı kolay olup. Toplu taşıma araçlarıyla ulaşım da mevcuttur. Aytepe Parkı'nda bitkisel tasarımın olmadığı ve bitki sayısı yönünden oldukça yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Orta Mahalle'de kriterlere uygun tek park olan Mehmet Emin Erkayın Parkı ele alınmıştır. Bu parkın, incelenen diğer parklara göre oldukça yetersizdir. Tüm parklar içerisinde en düşük puanı bu park almıştır. Parkın bakımının yapılmadığı, aydınlatma elemanı ve çöp kutusunun bulunmadığı tespit edilmiştir. Yol kenarında cep park görevi gören bu alan taşıt trafiğinin hemen yanında olup güvenlik önlemlerinin alınmadığı saptanmıştır. Oldukça geniş alana sahip park kullanıcı ihtiyacını karşılamamaktadır. Çocuk oyun ve donatı elemanlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Girne Mahallesi'nde 4 adet park belirlenmiştir. Bu parklar Şehit Nasuh Yılmaz Parkı, Şehit Ali Özdemir, Şair Yazar Ali Rıza Erkan Parkı ve Şehit Fırat Lokmacı Parkı'dır. Bütün parklarda çocuk yaş grupları göz önüne alınmamıştır, tasarım ve yapıları itibarıyla modern ve yenilikçi parklar değildir. Çocukların fiziksel, zihinsel ve bedensel gelişimine etki edecek oyun elemanları yoktur. Parklarda gölgeleme elemanı da yoktur. Şehit Ali Özdemir Parkı dışında diğer parklarda donatı ve oyun elemanları yetersizdir. Bu parkta bitki örtüsünün ve oyun elemanlarının bakımı yapılmaktadır.

Tablo 8. Nevzat Biçer Parkı değerlendirme sonucu

ÖLÇÜTLER	ÖLÇÜT KRİTERLERİ	1	2	3	4	5
UYGUN YER SEÇİMİ	-Görsel ve fiziksel etim					✓
	-Konut alanlarına yakın					✓
	-Trafik trafiğinden uzak				✓	
ALANA İLİŞKİN VERİLERİ ETKİN ŞEKİLDE KULLANMA	-Trafik karşı önlemler alınmıştır				✓	
	-Fiziksel çevre koşullarına elverişli			✓		
	-Güneşli gün sayısı yeterli					✓
	-Malzeme seçimi uygun					✓
BÜTÜNCÜL MEKAN ORGANİZASYONU	-Gölge ve konaklı alanlar yeterli		✓			
	-Hedefleri ve ihtiyaçları karşılanmıştır					✓
	-Çevresel yapısal veya bitkisel sınırları kullanılmıştır					✓
	-Bitki ve donatı seçimi uygun					✓
GÜVENLİK	-Oyun elemanları yeterli		✓			
	-Konumlandırma uygundur					✓
	-Yaş gruplarına göre güvenlik önlemleri alınmıştır		✓			
	-Yaş gruplarına göre oyun elemanı seçimi uygundur					✓
SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEME	-Çevre güvenliği alınmıştır					✓
	-Zemin malzemesi seçimi uygundur					✓
	-Seyir malzemeleri kimyasal değişikliklere uygundur					✓
	-Geni dönüşümlü malzeme kullanılmıştır					✓
ERİŞİLEBİLİRLİK	-Malzemeler sürdürülebilir					✓
	-Engelli ve engelsiz kullanıcılar göz önüne alınmıştır		✓			
	-Mekana erişim kolay sağlanmıştır					✓
	-Her kullanıcı göz önüne alınmıştır					✓
EŞİTLİK	-Her yaş grubu düşünülmiştir					✓
	-Eğim ve yer döşemesi uygun					✓
	-Yaş grupları belirlenerek tasarlanmıştır					✓
	-Çocukların yeteneklerine göre oluşturulmuştur					✓
DEĞİŞİME VE YENİLİKLERE AÇIK OLMA	-Fiziksel ve zihinsel gelişim destekleyen öğeler bulunmaktadır					✓
	-Başarılı oyun alanıdır					✓
	-Özel tasarlanmıştır		✓			
	-Farklı yaş grupları bir arada oynamalarına olanak sağlamıştır		✓			
DAYANIKLILIK	-Modern, yaratıcı, çevreye duyarlı değişime açık ve yenilikçi					✓
	-Malzemeler, dayanıklılık ve performans göz önüne alınarak seçilmiştir					✓
	-Kullanım süresi ve sıkılığı dikkate alınmıştır					✓
	-Çevresel bir yaklaşım ile doğal malzemeler seçilmiştir					✓
BITKİLENDİRME	-Doğal ve sağlıklı bir çevre oluşturulmuştur					✓
	-Kullanılan bitkiler sürdürülebilirliğe ekolojik yönünü desteklemektedir					✓
	-Zararlı meyveleri olan ya da dikenli türler kullanılmamıştır					✓
	-Doğal bitki türleri seçilmiştir					✓
	-Yaşlı doküman bakım yapılmaktadır					✓

Ata Mahallesi'nde kriterlere uygun olan iki park çalışma alanı olarak ele alınmıştır. Bu parklar Ata Parkı ve Ziya Gökalp Parkı'dır. Bu çalışmada incelenen parkların çoğunda bulunmayan yönlendirme levhaları Ata Parkı'nda mevcuttur. Ata Parkı'nda donatı elemanları yeterliyken, Ziya Gökalp Parkı'nda bu elemanların yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ata Parkı'nda ki oyun elemanların bakımı yapılmamıştır. Mahalledeki her iki parkta da güvenlik önlemleri alınmıştır. Duvar ve metal ile birlikte kullanılan materyal güvenliği oldukça sağlamış durumdadır.



Adnan Menderes Mahallesi'nde iki adet park incelenmiştir. Bu parklar Berrin Menderes Parkı ve M. Doğan Uluergüven Parkı'dır. Her iki parkta da duvar olarak sınırlandırma elemanı kullanılmıştır. Her iki parkta da donatı elemanlarının, aydınlatma elemanlarının ve çöp kutularının yetersizdir. Parklarda bakım ve yönetimin başarısızdır. Parklarda güvenli giriş çıkış olanağı sağlanmıştır. İki parkta da farklı yaş gruplarına göre çocuk oyun alanları tasarlanmamıştır.

Kemer Mahallesi'nde kriterlere uygun tek park olan Fevzi Çakmak Parkı ele alınmıştır. Parkta duvar ile birlikte metal korkuluk kullanılarak uygun güvenlik önlemi ile güvenli giriş çıkış olanağı sağlanmıştır. Parkta bitki materyali mevcuttur ancak yeterli değildir. Parkta aydınlatma elemanları yetersizdir. Parkta gölgeleme elemanı kullanılmazken çocuk oyun elemanı olarak barfiks kullanılan birkaç parktan bir tanesidir. parkta başarılı bir çocuk oyun alanı tasarlanmadığı belirlenmiştir.

Efeler Mahallesi'nde dört adet park incelenmiştir. Bu parklar Şehit Ahmet Demir Parkı, Murat Cebeci Parkı, Şehit Recep Özder Parkı ve Erol Uysal Parkı'dır. Belirlenen parklarda sınırlandırma elemanı olarak duvar kullanılmıştır. Parklarda ki donatı elemanlarının yetersiz olduğu görülmüştür. Murat Cebeci parkında çöp kutusunun olmadığı saptanmıştır. Şehit Recep Özder Parkı'nda ise donatı elemanlarından aydınlatma elemanı ve çöp kutusunun olmadığı tespit edilmiştir. Bu mahalledeki bütün parklarda bakım ve yönetimin başarısız olduğu tespit edilmiştir. Parklarda yaş gruplarına göre oyun elemanı seçilmediği belirlenmiştir.

Yedi Eylül Mahallesi'nde Yedi Eylül Parkı ve Fidanlık Parkı incelenmiştir. Yedi Eylül Parkı'nda duvar ve metal sınırlandırma elemanı olarak kullanılırken, Fidanlık Parkı'nda sadece duvar sınırlandırma elemanı kullanılmıştır. Her iki parkta da donatı elemanlarının yetersizdir. Fidanlık Parkı'nda mevcut bitki örtüsü yeterli iken, Yedi Eylül Parkı'nda yetersiz olduğu belirlenmiştir. Oyun elemanlarından döner platform yalnızca Yedi Eylül Parkı'nda kullanılmıştır. Her iki parkta da gölge ve korunaklı alanlar yeterli değildir ve ihtiyacı kısmen karşılamamaktadırlar.

Hasan Efendi Mahallesi'nde Fuat Şahin Erlaçın Parkı ele alınmıştır. Diğer parklara nazaran yalnızca bitki materyali kullanılarak sınırlandırma işlevi karşılanmıştır. Donatı elemanlarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Alanda tasarımın etkinliği yoktur ve aynı zamanda bakım ve yönetiminde başarısız olduğu tespit edilmiştir. Taşıt trafiğinin çok yakınında bulunması güvenlik zafiyetini ortaya koymaktadır. Parkın kullanım süresi ve sıklığı da dikkate alınmamıştır.

Fatih Mahallesi'nde Şehit Özcan Özer Parkı incelenmiştir. Duvar ile sınırlandırma işlevi kazandırılmıştır.

Parkta mevcut bitki örtüsünün yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Parkta donatı elemanlarından çöp kutusunun olmadığı belirlenmiştir. Çocukların oynamaları için kum havuzu oluşturulmamıştır. Tasarım uygulamasının başarısız olduğu saptanmıştır. Oyun elemanı ve donatı elemanlarında metal ve plastik malzemesi kullanılmıştır. Oyun elemanlarının yetersiz olduğu gözlenmiştir. Farklı yaş grupları düşünülerek tasarlanmamıştır.

#### **Parkların Genel Değerlendirmesi**

İncelenen parklarda çocuk oyun alanlarında olumsuz faktörler olarak çöp kutuları, oturma elemanları, aydınlatma elemanları, çeşme, sıhhi tesisler, bilgilendirme vs. amaçlı tabelaların eksikliği veya olmaması sıralanabilir. Oyun alanlarında çocuklar için vazgeçilmez bir oyun aracı ve ruhsal gelişiminde önemli etkisi olan su ögesi hiç kullanılmamıştır. Mevcut oyun elemanlarından su oyunları sadece Avrupa Birliği parkında vardır. Çocuk oyun alanlarının genelinde zemin kaplaması olarak kauçuk zemin, bazı yerlerde ise betonarme zemin kullanılmıştır. Zemin kaplamalarının bakımlarının düzenli yapılmaması sebebiyle bakım ve yönetim yönünden başarısız olduğu gözlemlenmiştir. Çocuk oyun alanlarında bir park hariç hiçbir parkta kum havuzu kullanılmamıştır. Parkların büyük bölümü değişime ve yeniliklere açık değildir. Çocuk oyun alanlarında sadece 0-6 yaş grubuna hitap eden benzer oyun elemanları kullanılmış ve farklı yaş gruplarına göre tasarlanmamıştır. Çocuk oyun alanlarında engelli çocuklara uygun tasarımlar yoktur. Çocuk oyun alanları ölçütlerinden alana ilişkin verileri etkin şekilde kullanma, bütüncül mekân organizasyonu, güvenlik, sürdürülebilir malzeme ve eşitlik gibi çocuk oyun tasarım ilkeleri gözetenmeden yapıldıkları için çocukların ihtiyaçları karşılanmamaktadır. Çocuk oyun alanlarında çocuk başına 5-10 m<sup>2</sup> olacak şekilde yeterli alanlar ve çocukların gereksinimlerini karşılayacak sayıda oyun elemanı bulunmalıdır (Koçan, 2012), ancak incelenen parklar bu kriteri karşılamamaktadır.

Tasarım ölçütleri yönünden yapılan puanlandırmada parkların aldıkları skorlar Tablo 9'da gösterilmiştir. İsmet Sezgin Parkı'nın tasarım kriterleri ölçütlerinden alana ilişkin verileri etkin şekilde kullanma, bütüncül mekân organizasyonu, güvenlik, sürdürülebilir malzeme ve eşitlik ölçütlerinden en yüksek ortalamaya sahip olduğu bulunmuştur. Bu yönüyle incelenen parklar içerisinde tasarım kriterlerine en uygun tasarlanan park olarak belirlenmiştir. Ahmet Emin ErKayın Parkı'nın tasarım kriterleri ölçütlerinden alana ilişkin verileri etkin şekilde kullanma, dayanıklılık ve bitkilendirme açısından en düşük ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle incelenen parklar arasında tasarım kriterlerine en az uyan park olarak belirlenmiştir. Bitki materyali kriterine en uygun ve bitki örtüsü açısından en zengin park Aytepe Mesire Alanı

olmuştur. Güvenlik kriterinde en başarısız park olarak Şehit Fırat Lokmacı Parkı olarak belirlenmiştir.

Tablo 9. Tasarım kriterleri ölçütleri açısından parkların aldıkları puanlar

ÖLÇÜTLER	EN YÜKSEK DEĞERİ ALAN PARK	EN DÜŞÜK DEĞERİ ALAN PARK
UYGUN YER SEÇİMİ	ŞEHİT HÜSEYİN UZUNOVA PARKI (5)	ŞEHİT KUBILAY PARKI (2.7)
ALANA İLİŞKİN VERİLERİ ETKİN ŞEKİLDE KULLANMA	İSMET SEZGİN PARKI (4.7)	AHMET EMİN ERKAYIN PARKI (1.7)
BÜTÜNCÜL MEKAN ORGANİZASYONU	İSMET SEZGİN PARKI (4.6)	ŞEHİT FIRAT LOKMACI PARKI (1.4)
GÜVENLİK	İSMET SEZGİN PARKI (4.6)	ŞEHİT FIRAT LOKMACI PARKI (1.5)
SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEME	İSMET SEZGİN PARKI (5)	ŞHT.TALIP ŞEKERCİ PARKI (2)
ERİŞİLEBİLİRLİK	NEVZAT BIÇER PARKI (4)	ŞHT. RECEP ÖZDER PARKI (1.8)
EŞİTLİK	İSMET SEZGİN PARKI (4)	ŞHT. KUBILAY PARKI (1)
DEĞİŞİME VE YENİLİKLERE AÇIK OLMA	KEMAL ÜNLÜ PARKI (4.2)	ZİYA GÖKALP PARKI (1)
DAYANIKLILIK	AVRUPA BİRLİĞİ PARKI (4)	AHMET EMİN ERKAYIN PARKI (1.6)
BITKİLENDİRME	AYTEPE MESİRE ALANI (4.4)	AHMET EMİN ERKAYIN PARKI (2)

Tablo 10. Tasarım kriterleri ölçütleri açısından parkların aldıkları toplam puanlar

PARKLAR	GENEL PUAN	PARKLAR	GENEL PUAN
İsmet Sezgin Parkı	175	Özcan Özer Parkı	115
Nevzat Biçer Parkı	145	Mareşal Fevzi Çakmak Parkı	113
Kemal Ünlü Parkı	139	Fuat Şahin Erlaçın Parkı	113
Pınarbaşı Mesire Alanı	133	Yzr. Alırıza Ertan Parkı	110
Aytepe Mesire Alanı	132	Selim Kerim Çeri Parkı	109
Avrupa Birliği Parkı	132	Ata Parkı	108
M. Doğan Ulu Ergüven Parkı	131	Şht. Nasuh Yılmaz Parkı	108
Tataristan Bugulma Parkı	130	Berrin Menderes Parkı	108
Şht. Hüseyin Uzunova Parkı	129	Şht. Ali Özdemir Parkı	107
Gençlik Parkı	122	Şht. Mehmet Erdem Parkı	100
Murat Cebeci Parkı	122	Mehmet Selim Kiraz Parkı	100
Ziya Gökalp Parkı	122	Şht. Recep Özder Parkı	91
Erol Uysal Parkı	120	Şht. Talip Şekerci Parkı	88
Fidanlık Parkı	120	Şht. Fırat Lokmacı Parkı	86
Yediyüzlü Parkı	116	Şht. Kubilay Parkı	86
Ahmet Demir Parkı	115	Ahmet Emin Erkayın Parkı	77

Ayrıca çocuk oyun alanlarının tasarım kriterlerine uygunluğu toplamda 200 puanlık bir puanlandırma ile ölçülmüştür (Tablo 10). Bu puanlama sistemi sonucunda tasarım kriterleri açısından en uygun park 175 puanla İsmet Sezgin

Parkı olurken, 77 puanla en uygun olmayan park Ahmet Emin Erkayın Parkı olmuştur.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Kırsaldan kentlere göçün hızlanması ve hızlı nüfus artışı sonrası ülkemizde kentleşme hızla artmaktadır. Hızlı kentleşme beraberinde boş alanların yapılarla doldurulmasına neden olmakta ve bu durum insanların rekreasyon ihtiyaçlarının karşılayacağı kentsel yeşil alanları olumsuz yönde etkilemektedir. Kentsel yeşil alanlar içerisinde özellikle genç nüfusu sahip ülkemizde çocukların ruhsal, zihinsel ve fiziksel ihtiyaçlarını karşılayacakları çocuk oyun alanlarının önemi her geçen yıl daha da artmaktadır. Çocukların bu ihtiyaçlarını karşılamaları için tasarlanacak parklardaki çocuk oyun alanlarının belirli tasarım kriterlerine göre yapılması elzemdir. Bu kapsamda Aydın ili Efeler ilçesinde bulunan parklardaki çocuk oyun alanları tasarım kriterleri açısından incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen eksiklikler şu şekildedir.

İncelenen parklardaki çocuk oyun alanları genel olarak peyzaj tasarım ilkeleri göz önünde bulundurularak düzenlenmemiş, donatı elemanları bakımından yeterli bir çocuk oyun alanının bulunmadığı belirlenmiştir. Parklardaki çocuk oyun alanları genelde bir köşeye, birkaç oyun elemanı yerleştirilerek oluşturulduğu görülmüştür. Bu sebeple tasarım ilkeleri gözetilmeden yapılan bu alanlar çocukların gereksinimlerini karşılayamamaktadırlar. Çocuk oyun alanlarında yaş gruplarına göre bir ayırım söz konusu değildir. Özellikle de 10 yaş ve üstü çocuklar ve ergenler için aktiviteler yok denecek kadar azdır. 0-6 yaş grubu için ise donatılar da bu yaş grubuna göre tam olarak uyumlu değildir. Yapılan gözlemler sonucunda özellikle akşam ve hafta sonları bir oyun elemanında ortalama 10-15 çocuğun bir arada oyun oynadığı saptanmıştır. Çocuk oyun alanlarında çocukların gereksinimlerini karşılayacak sayıda oyun elemanı bulunmamaktadır. Çoğu parkta hala eski tip çocuk oyun elemanları yapılmakta ve bu alanlar, çok fazla sayıda çocuğun kullanmak zorunda kaldığı mekânlar olduğu için, oyun elemanları kısa sürede kullanım dışı kalmaktadır. İncelenen mahallelerde çocuk oyun alanlarının sayısının yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Oyun alanlarında çocuklar için vazgeçilmez bir oyun aracı ve ruhsal gelişiminde önemli etkisi olan su ögesi sadece Avrupa Birliği Parkı'nda mevcuttur. Yine önemli bir konu olan ve araştırma alanı içerisindeki oyun alanlarındaki en olumsuz faktör olarak ön plana çıkan husus bakım mevzuudur. Çocuk oyun alanlarında ve donatıların etrafında kabuklu yiyeceklerin, sakız ve bisküvi kâğıtları gibi atıklar ile kimi yerlerde cam kırıklarına rastlanılmıştır. Çocuk oyun alanlarında yine sık görülen olumsuz faktörler içinde çöp kutusu, oturma elemanları, aydınlatma, çeşme, sıhhi tesisler, bilgilendirme vs. amaçlı tabelaların olmaması gelmektedir. Çocuk oyun alanlarının hiçbirinde tanıtım, uyarı vb. tabela bulunmamaktadır. Giriş ve çıkışları net algılanamamaktadır.

Elde edilen veriler ışığında çocuk oyun alanları tasarımında önerilen hususlar şu şekildedir: Parklarda tasarlanan çocuk oyun alanlarının çocuklara özel tasarlanması gerekmektedir. Çocuk oyun alanları parklarda sadece bir program elemanı olarak değil, gerekli bir kamusal mekân olarak kabul edilmeli ve imar planlarında buna göre değişiklikler yapılmalıdır. Çocukları fiziksel aktiviteye teşvik edici hem çağdaş hem de geleneksel tipte çocuk oyunları tasarlanmalıdır. Çocuk oyun alanları tasarlanırken muhakkak yaş gruplarına göre planlama yapılmalı ve çocukların yaş gruplarına göre motor hareketlerini ve kas gruplarını güçlendirici oyun ekipmanları tasarlanmalıdır. Çocukların yaş gruplarına göre hayal gücünü ve yaratıcılıklarını artırıcı tasarımlar kullanılmalıdır. Çocukların bilişsel, psikomotor ve sosyal gelişimleri üzerinden etkili olan oyun ekipmanlarının seçimine dikkat edilmelidir. Ayrıca çocukların birbirinden farklı istek, talep ve beklentileri olacağı için aynı tip ve basma kalıp oyun ekipmanlarından uzak durulmalıdır. Çocuk oyun ekipmanlarının tipi ve çeşitliliği kadar, bu ekipmanlar için kullanılan malzemelere de dikkat edilmelidir. Doğal ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımına özen gösterilmeli ve kum havuzları, su öğeleri ve ahşap malzemelere muhakkak tasarımda yer verilmelidir. Son olarak çocuk oyun alanlarının bakımı düzenli yapılmalı ve mahallelerde çocuk nüfusunu yetecek sayıda çocuk oyun alanları planlanmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Verilerin toplanmasında katkılarından ötürü Zafer Kemal YILDIRIM ve Ertuğrul ÇİÇEK'e teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

Akpinar A (2017) Urban green spaces for children: A cross-sectional study of associations with distance, physical activity, screen time, general health, and overweight. *Urban Forestry & Urban Greening* 25: 66-73.

Balloğlu S, Demirel Ö, Polat Z (2022) Aydın Kenti Örneğinde Gençlik Parkı Çocuk Oyun Alanının Yeterliliği ve Tasarım İlkeleri Yönünden İncelenmesi. In: Demirel Ö, Düzgüneş E (eds), *Peyzaj Araştırmaları II. Livre de Lyon, Lyon*, pp 411-435.

Bayraktaroğlu B, Büke A (2015) Çocuk oyun alanlarının evrensellik ölçütleri açısından incelenmesi: Fenerbahçe-Pendik sahil şeridi örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 3(3): 371-378.

Brown H, Pearson N, Braithwaite R, Brown W, Biddle S (2012) Physical activity interventions and depression in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport* 15: S343.

Çetin G (2003) Üsküdar İlçesi'ndeki Çocuk Oyun Alanlarının Yeterlilik ve Kalite Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dadvand P, Villanueva C, Font-Ribera L, Martinez D, Basagaña X, Belmonte J, Nieuwenhuijsen M (2014) Risks and Benefits of Green Spaces for Children: A Cross-Sectional Study of Associations with Sedentary Behavior, Obesity, Asthma, and Allergy. *Environ. Health Perspect.* 122: 1329-1335.

Ekeland E, Heian F, Hagen K, Abbott J, Nordheim L (2004) Exercise to improve self-esteem in children and young people. *Cochrane Database Syst. Rev.* 1.

Fisher A, Boyle J, Paton J, Tomporowski P, Watson C, McColl J, Reilly J (2011) Effects of a physical education intervention on cognitive function in young children: Randomized controlled pilot study. *Pediatrics* 11: 97-106.

Gunter K, Almstedt H, Janz K (2012) Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 40: 13-21.

Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC (2018) Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: A pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob. Health* 6: 1077-1086.

Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR, Wells JC (2006) Adolescent physical activity and health: A systematic review. *Sports Med.* 6: 1019-1030.

Hills AP, Andersen LB, Byrne NM (2011) Physical activity and obesity in children. *Br. J. Sports Med.* 45: 866-870.

Janssen I, LeBlanc AG (2010) Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 7.

Jose K, Blizzard L, Dwyer T, McKercher C, Venn A (2011) Childhood and adolescent predictors of leisure time physical activity during the transition from adolescence to adulthood: A population-based cohort study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 8.

Kellert S (2005) Nature and childhood development. In: Kellert S (eds), *Building for Life: Designing and Understanding the Human-Nature Connection*. Island Press, Washington, DC, pp 63-89.

Kılıçaslan Ç, Malkoç True E, Deniz B, Kara B, Polat Z, Göktuğ TH, Kesgin Atak B (2017) Mekânsal Yeterlilik Kapsamında Aydın Kentsel Alanındaki Parkların Analizi. SAGE Yayıncılık, Ankara.

Koçan N (2012) Çocuk oyun alanlarının yeterliliği üzerine bir araştırma: Uşak kenti Kemalöz mahallesi örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi* 28(4): 315-321.

Küçükbaş EV, Özkan MB, Altuğ Turan İ, Malkoç True E, Sönmez Türel H, Kılıçaslan Ç (2017) Kamusal Dış Mekan Olarak İzmir Kenti Çocuk Oyun Alanlarının İrdelenmesi. SAGE Yayıncılık, İzmir.

- Lachowycz K, Jones AP, Page AS, Wheeler BW, Cooper RA (2012) What can global positioning systems tell us about the contribution of different types of urban greenspace to children's physical activity? *Health Place* 18: 586-594.
- Philbrook L, El-Sheikh M (2016) Associations between neighborhood context, physical activity, and sleep in adolescents. *Sleep Health* 2: 205-210.
- Rasberry CN, Lee SM, Robin L, Laris BA, Russell LA, Coyle KK, Nihiser AJ (2011) The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: A systematic review of the literature. *Prev. Med.* 52: 10-20.
- Reilly JJ, Kelly J (2011) Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: Systematic review. *Int. J. Obes.* 35: 891-898.
- Sağlık Bakanlığı (2014) Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi. Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara.
- Şık B (2017) Çocukluk Çağı Obezitesi Raporu. Sosyal Haklar Derneği, İstanbul.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Rowland TW (2005) Evidence Based Physical Activity for School-age Youth. *J. Pediatr.* 146: 732-737.
- The Ministry of Health (2014) Physical Activity Guidelines for Turkey. The Ministry of Health of Turkey, Public Health Institution, Department of Obesity, Diabetes and Metabolic Diseases, Ankara.
- WHO (2010) Global Recommendations on Physical Activity for Health. World Health Organization, Geneva.
- Wicker AW (1979) Ecological psychology: Some recent and prospective developments. *American Psychologist* 34(9): 755.



## Modeling Cultural Ecosystem Services Using Social Media Photos: The case of Denizli, Türkiye

Ömer K. ÖRÜCÜ<sup>1</sup>, E. Seda ARSLAN<sup>1\*</sup>, Işıl KAYMAZ<sup>2</sup>, Ecem HOŞGÖR<sup>3</sup>,Cennet TEKİN CÜRE<sup>4</sup><sup>1</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Isparta, Türkiye<sup>2</sup> Ankara University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Ankara, Türkiye<sup>3</sup> Independent Researcher, Türkiye<sup>4</sup> Pamukkale University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Denizli, Türkiye

**Abstract:** Cultural ecosystem services, a complex interplay between humans and landscapes, significantly influence identity, well-being, and social connections. These services, provided through natural and cultural landscapes, can be better understood through spatial data. Using geotagged photos from Flickr, this study delves into user behavior and preferences in Denizli, Türkiye. The aim is to enrich sustainable landscape management by mapping temporal and spatial changes in visitor patterns. The spatial distribution patterns revealed that user activities are predominantly scattered around the city center, historical sites, cultural hubs, and facilities-equipped recreational places. The findings unveiled a concentration in the northwest region in terms of cultural heritage, aesthetic, and recreational values. The period when visitors shared the most photos was between July and October. The study's originality lies in its unique approach to mapping visitor-preferred hotspots and landscape values at the provincial scale, identifying previously unmentioned locations such as Maymun Mountain and the Dodurgalar district. The research underscores the importance of integrating natural and cultural landscape values into urban management and ensuring coordinated efforts to maintain the uniqueness of cities. The practical implications of this study are significant, as they provide valuable insights for urban planners and policymakers interested in sustainable landscape management. Despite the methodological constraints of geotagged social media data, it remains a more time and cost-effective tool. It provides abundant and up-to-date information on user preferences and movements, enabling analysis of spatial and temporal patterns.

**Keywords:** Cultural ecosystem services, landscape preferences, visitor patterns, geotagged photos, landscape management

**Sosyal Medya Fotoğrafları Kullanılarak Kültürel Ekosistem Hizmetlerinin Modellenmesi: Denizli, Türkiye Örneği**

**Öz:** Kültürel ekosistem hizmetleri kavramı, insanlar ve peyzajlar arasında kimlik, refah ve sosyal bağlantıları etkileyen karmaşık etkileşimleri içerir. Kültürel ekosistem hizmetleri doğal ve kültürel peyzajlar aracılığıyla sağlanır ve mekânsal veriler insanların bu ortamları nasıl algıladıklarını ve kullandıklarını anlamaya yardımcı olur. Bu çalışmada, Denizli'deki kullanıcı davranışlarını ve tercihlerini analiz etmek için Flickr platformu üzerinden temin edilen coğrafi etiketli fotoğraflar kullanılarak, ziyaretçi örüntülerindeki zamansal ve mekânsal değişiklikler haritalandırılmış ve sürdürülebilir peyzaj yönetiminin desteklenmesi amaçlanmıştır. Mekânsal dağılım örüntüleri, kullanıcı faaliyetlerinin öncelikle şehir merkezi, tarihi alanlar, kültürel merkezler ve rekreasyon alanları etrafında dağıldığını göstermiştir. Bulgular, kültürel miras, estetik ve rekreasyonel değerler açısından Denizli'nin kuzeybatı bölgesinde bir yoğunlaşma olduğunu ortaya koymuştur. Ziyaretçilerin en çok fotoğraf paylaştığı dönem Temmuz ve Ekim ayları arası olmuştur. Bu çalışmanın özgünlüğü, Maymun Dağı ve Dodurgalar bölgesi gibi daha önceki çalışmalarda bahsedilmemiş yerlerin tespit edilerek ziyaretçilerin tercih ettiği noktaları ve peyzaj değerlerini il ölçeğinde haritalandırmasında yatmaktadır. Araştırma, doğal ve kültürel peyzaj değerlerinin kent yönetimine entegre edilmesinin ve kentlerin kimlik değerlerini korumak için meslekler ve kurumlar arası eşgüdümlü çabaların sağlanmasının önemini vurgulamaktadır. Coğrafi etiketli sosyal medya verilerinin kullanımı bazı metodolojik kısıtlamalara sahip olsa da daha fazla zaman ve maliyet etkinliğinin yanı sıra, sosyal peyzaj değeri olan mekânlar hakkında bol miktarda ve güncel bilgi sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kültürel ekosistem hizmetleri, peyzaj tercihleri, ziyaretçi örüntüleri, coğrafi etiketli fotoğraflar, peyzaj yönetimi

**INTRODUCTION**

Cultural ecosystems are dynamic systems characterized by complex interactions between humans and the landscape (Berkes et al., 1998). The landscape transcends aesthetic value within these systems, profoundly influencing individuals' sense of identity, well-being, and social connections. The social value of a landscape is determined by the non-material benefits that arise from the significant connections people make with it (Daniel, 2001). Tuan (1997)

and Zube (1987) emphasize that the social value of a landscape is a subjective assessment that is inherently place-related, contextual, and spatially variable (Fagerholm & Käyhkö, 2009).

\* Corresponding Author: [sedaarslan@sdu.edu.tr](mailto:sedaarslan@sdu.edu.tr)

The submitted date: August 10, 2024

The accepted date: October 25, 2024

Cities are integral components of cultural ecosystems and offer various ecosystem services stemming from their natural and cultural attributes. Parks and gardens, for instance, serve as spaces for relaxation and socialization, while historical and cultural sites contribute to a sense of identity and belonging. The urban ecosystem approach extends this perspective, considering cities as ecosystems wherein all services are produced through built, natural, or hybrid systems (Grimm et al., 2015).

Spatial data regarding cultural ecosystems provide insights into how people operate and perceive the environment (Fagerholm & Käyhkö, 2009). These data are instrumental in assessing the social value of landscapes. In planning studies that neglect social value, the crucial aspect of human utilization, which significantly impacts landscape dynamics, is overlooked, leading to deficiencies in site management strategies (Aksu, 2014). Therefore, monitoring the temporal-spatial visitation patterns and user experiences becomes imperative for effective site management and marketing. Also, user data is essential for identifying patterns, assigning resources, and creating efficient management strategies.

In participatory planning studies, traditional methods like semi-structured interviews (Gundersen & Watson, 2007; Strickland-Munro et al., 2015; Tekin Cüre, 2021), surveys (Baylan, 2012; Arslan et al., 2021), or crowdsourced data obtained from social media can be used for data collection, yet they are often time-consuming and costly. Alternatively, social media data, particularly geotagged photos, offer a promising avenue for studying human behavior and preferences related to cultural ecosystem services (Kaymaz et al., 2021; Arslan & Örcü, 2021; Uslu, 2021; Zhang et al., 2022). These datasets have been successfully employed to estimate visits to tourist and recreational areas and determine decision-making processes.

While social media platforms such as Facebook, Flickr, and Instagram provide rich user-generated content related to cultural ecosystem services (Arslan & Örcü, 2020), it is essential to acknowledge their limitations. Platforms like Facebook and Instagram, famous for photo and video sharing, restrict data sharing due to privacy policies implemented since 2019. In contrast, Flickr offers free access to photos for non-commercial purposes (Flickr API, 2021). Hence, in this research, the Flickr platform was selected as the data source for obtaining metadata, given its extensive collection of photos and past use in similar studies.

This study uses social media data to spatially represent cultural ecosystem services in Denizli, Türkiye. By allowing exploration and analysis of user perceptions and preferences related to cultural ecosystems, the study provides valuable insights for sustainable landscape management practice. With its significant potential in cultural and health tourism, Denizli province is an ideal study area due to its rich historical

heritage, cultural diversity, and underground resources. The research focuses on modeling temporal and spatial changes in touristic and recreational activities within Denizli province using geotagged photos from Flickr, culminating in analyzing user behavior through trend graphs and density maps derived from geotagged photo data. The practical implications of this research are vast, offering a roadmap for effective site management and marketing strategies.

## **MATERIAL and METHOD**

### **Study Area**

The study area, Denizli province, is a significant location for this research. Situated between 37° 12' and 38° 12' north latitudes and 28° 30' and 29° 30' east longitudes, it covers an area of 11,868 km<sup>2</sup>. Located in the southwest of the Anatolian peninsula, east of the Aegean Region, Denizli serves as a crossroads between the Aegean-Central Anatolia and Mediterranean Regions (T.C. Denizli Governorship, 2020). This study considers the administrative boundary of Denizli as the study area (Figure 1). Denizli is in the Lycos Valley, boasting fertile soils and rich historical, archaeological, and natural resources. The province is a famous Turkish tourist destination for its textile, trade, manufacturing, agriculture, and renowned cultural and tourist destinations like Pamukkale. With a population of 1,059,082 (TÜİK, 2023), Denizli offers a diverse and dynamic landscape for cultural ecosystem services.

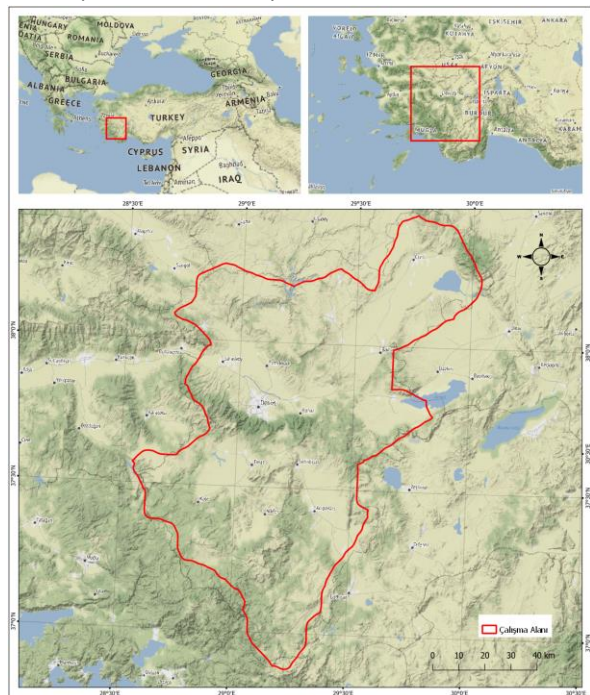


Figure 1. Study area

The history of Denizli is extensive, with settlements dating back to the Chalcolithic Period. (DİKTİM, 2017). Civilizations

like the Hittites, Phrygians, Romans, and Byzantines left their mark on the region, contributing to the nearly 1,000 registered cultural assets (DİKTM, 2017). This impressive collection encompasses 19 ancient cities, archaeological and natural sites, and diverse examples of civil architecture, offering a glimpse into the area.

Denizli is a popular destination for religious tourism, with Christian churches and Muslim tombs scattered throughout the city (DİKTM, 2017). However, Pamukkale remains the most popular destination for many. This UNESCO World Heritage Site features unique natural formations, including the famed travertine terraces, alongside the captivating ancient city of Hierapolis. Pamukkale's popularity has increased, attracting over 2.5 million users annually, solidifying Denizli's position as a major center for cultural, religious, and health tourism (DİKTM, 2017). Figure 2 displays Denizli's significant cultural areas.



Figure 2. Cultural points of interest in Denizli

Denizli, renowned for its natural resources, is home to a variety of natural attractions including Honaz Mountain National Park, Beyağaç Kartal Lake Natural Reserve, Akdağ Nature Park, Işıklı Gököl and Acıgöl, Buldan Yayla Lake Wetland, Akdağ and Beylerli wildlife development areas, hunting grounds, plateaus like Yatağan Kefe and Topuklu Plateau, and caves such as Kaklık and Doğurgalar Keloğlan (Figure 3).

Also, adventurers can enjoy paragliding in Honaz Mountain, Çökelez Mountain, Bozdağ, Çameli Yaylacık Mountain, and Pamukkale Ruins; cycling tours in Honaz Mountain National Park, Beyağaç Eagle Lake, Güney Waterfall, Çal Ağlayan Kaya Waterfall; canoeing and rafting in Dalaman Stream and Büyük Menderes's big canyons in Bekilli and Çal districts; water sports in Işıklı and Gökpinar Lakes and Adıgüzel Dam; trekking and horse riding in areas such as Honaz Mountain, Beyağaç Kartal Lake Natural Reserve, Karcıdağı, Babadağ, and Bozdağ. Bozdağ Ski Centre also offers winter tourism opportunities at an altitude of 2419 meters.



Figure 3. Natural places in Denizli

### Data collection and analysis

This study utilized social media data from the photo-sharing platform Flickr to explore user perceptions and behaviors related to cultural ecosystems in Denizli province based on the assumption that crowd-sourced information can serve as a reliable proxy for visitor behavior and preferences (Wood et al., 2013). Established in 2004, Flickr allows users to upload and share images and videos (Gede, 2018; Flickr, 2021). To collect geotagged photos within the defined study area of Denizli province, a Python script was employed to interact with the Flickr Application Programming Interface (API) (Python, 2021). The Flickr API offers functionalities for searching photos based on their geographical coordinates (Flickr API, 2021). We leveraged this functionality by defining a geospatial bounding box encompassing the study area. This approach facilitated the retrieval of metadata associated with geotagged photos captured within the designated boundaries. The retrieved metadata included user ID, photo ID, capture time, latitude-longitude information, and photo URL. All retrieved data was obtained in JSON format through the Python script. Finally, the data was transformed into a single, comma-separated values (CSV) file for easier management and subsequent analysis.

The dataset for this study covers the period from January 1, 2010, to December 31, 2020. Due to the limited number of geotagged photos shared in Denizli before 2010, attributed to the less widespread use of smartphones and mobile internet during that period, data from 2005-2010 were not included. The Python code was executed using the Anaconda-Jupyter program in the bounding box with corner coordinates of 28.512,37.000 and 30.056,38.419. Within these boundaries, 14,859 geotagged photos were found and downloaded in JSON format. The data was then converted to .csv format in the QGIS program, resulting in vector point data representing the photos. This point data intersected with the polygon data of the study area, resulting in 11,771 geotagged points within the boundaries of Denizli being used for the study.

The next step was downloading 11,771 geotagged photographs using the Tab Save Chrome browser plugin,



enabling rapid and effective multiple file downloads via URL. The authors separated the images into two groups according to their content of prevailing landscape character (cultural, n=3076, and natural, n=3865). Photos with personal, indoor, advertising, or similar content (4830) that fell outside the scope of the study were excluded and not considered for evaluation. The photos selected for evaluation consisted of 470 cultural and 344 natural value photos. The total number of users who uploaded photos was 564.

To evaluate the distribution of cultural and natural landscape points of interest, heat maps were produced using Kernel density estimation in QGIS 3.21. The Millennium Ecosystem Assessment (MA) framework on CES (MA, 2005) was used to determine the service values of landscapes based on site observations. The framework has classified cultural services into ten groups, as shown in Table 1.

Table 1. Cultural services in Synthesis report of MA (2005)

Service	Scope
Cultural diversity	The diversity of ecosystems is one factor influencing the diversity of cultures
Spiritual and religious values	Many religions attach spiritual and religious values to ecosystems or their components.
Traditional and formal knowledge systems	Ecosystems influence the types of knowledge systems developed by different cultures.
Educational values	Ecosystems and their components and processes provide the basis for both formal and informal education in many societies.
Inspiration	Ecosystems provide a rich source of inspiration for art, folklore, national symbols, architecture, and advertising.
Aesthetic values	Many people find beauty or aesthetic value in various aspects of ecosystems, as reflected in the support for parks, scenic drives, and the selection of housing locations.
Social relations	Ecosystems influence the types of social relations that are established in cultures.
Sense of place	Many people value the "sense of place" associated with recognized features of their environment, including aspects of the ecosystem.
Cultural heritage values	Many societies value the maintenance of historically important landscapes ("cultural landscapes") or culturally significant species.
Recreation and ecotourism	People often choose where to spend their leisure time based partly on the characteristics of a particular area's natural or cultivated landscapes.

## RESULTS and DISCUSSION

To further understand the temporal trends of visits, images taken within the study area were examined according to the time they were taken, analyzing yearly, monthly, daily, and hourly patterns.

Figure 4a illustrates the distribution of geotagged photos containing natural and cultural values over the years. It is observed that the year with the highest capture and sharing

of photos containing natural values is 2013, while in 2012, photos identified as cultural values were more abundant compared to other years. This outcome is believed to have less to do with the landscape's natural values and more with Flickr being a more popular photo-sharing network throughout the relevant period.

Upon examining the distribution by months, it is noted that geotagged photos containing natural values were more frequently shared in September and October, followed by July and September for photos containing cultural values (Figure 4b). Accordingly, users tended to visit cultural assets during summer, while they preferred relatively cooler autumn months for visiting natural areas.

It is also evident that visitation frequencies were significantly lower during the winter. According to these results, landscape values in Denizli are under more pressure in terms of visitor density in the summer and fall months. This data could be helpful and informative for landscape management strategies of Denizli's natural and cultural landscape features, further discussed below.

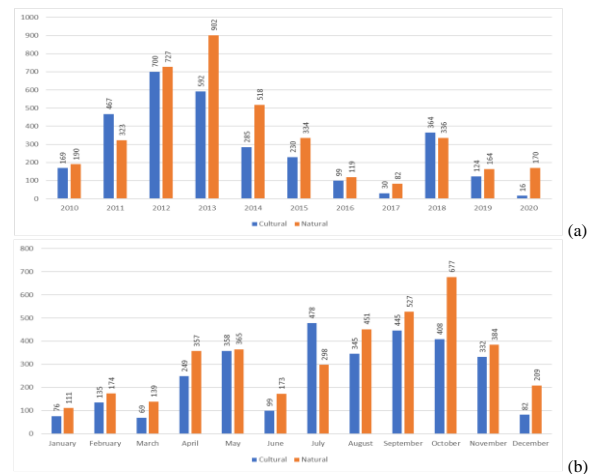


Figure 4. Distribution of cultural and natural values in Denizli according to the years (a) and months (b) when the photographs were taken

According to Figure 5a, photos containing cultural values were mainly taken and uploaded on Wednesdays, while natural values were captured more frequently on Tuesdays, Wednesdays, and Saturdays. Notably, user activity peaks on Wednesdays, so the usual weekend rush anticipated during tourist trips tends to be less observed in Denizli.

Regarding the busiest hours for photography, the photos containing natural content were predominantly captured between 18:00-19:00, while those with cultural content were more prevalent between 12:00-13:00 (Figure 5b).

Table 2. Cultural service potential of cultural hotspots

Location	Landscape character and value	Prevailing cultural service potential
Buldan	Rural settlement famous for exquisite handwoven fabrics and unique architecture	Inspiration and aesthetic values
Kale (Castle)	The rural settlement with archaeological and historical sites: Tabae archaeological site, Cebherpaşa Mosque, local markets	Cultural heritage and sense of place
Laodikeia	Archaeological sites including the Church of Laodicea - one of the seven churches in the Book of Revelation	Cultural heritage, sense of place, and spiritual and religious values
Tripolis	Archaeological site	Cultural heritage and sense of place
Hierapolis	Archaeological sites including the Tomb of St. Philip; are listed as UNESCO World Heritage Sites	Cultural heritage, sense of place, and spiritual and religious values
Denizli city center	Urban	Recreation

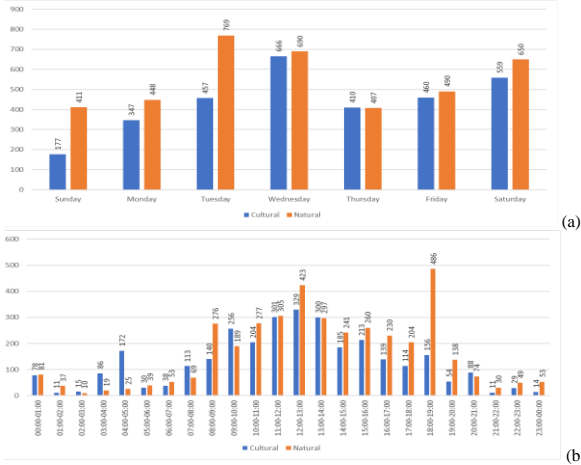


Figure 5. Distribution of cultural and natural values in Denizli according to the days (a) and hours (b) when the photographs were taken

Following the non-spatial data analysis, density maps were generated for the spatial analysis of cultural ecosystem services within the study area. Accordingly, a density map based on kernel density estimation of geotagged photos containing cultural values shared between January 1, 2010, and December 31, 2020, is illustrated in Figure 6.

The areas highlighted in dark red on the map represent high activity, human density, and social media usage. According to the map, the areas with the highest cultural intensity include the city center of Buldan, Kale, the ancient cities of Laodikeia, Tripolis, and Hierapolis, as well as Denizli city center with the surroundings of the chairlift and panoramic terrace.

The hotspots for cultural landscape values present a higher value regarding cultural heritage, sense of place, and inspirational values (Table 2). Particularly, archaeological sites stand out for their spiritual and religious values for Christianity. Therefore, they provide further cultural services for non-local visitors.

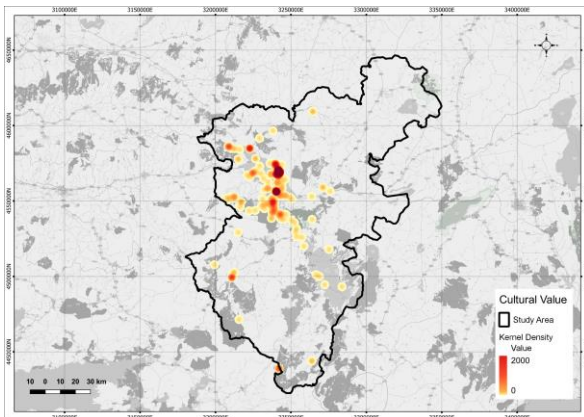


Figure 6. Kernel density estimation map of cultural values uploaded to Flickr in Denizli

Figure 7 shows the analysis map for kernel density estimation for images with natural values. Places with a high concentration of people, activity, and social media use are highlighted in dark green. The map indicates that the most significant natural areas in terms of density are Pamukkale travertines and its neighboring regions, Kaklık Cave, Gökpınar Stream in Çakıroluk, Honaz Mountain National Park, Ucarı Pond, Dodurgalar Neighborhood, Acıgöl, Altındere Valley, Maymun Mountain, and the area around Colossae Ancient City.

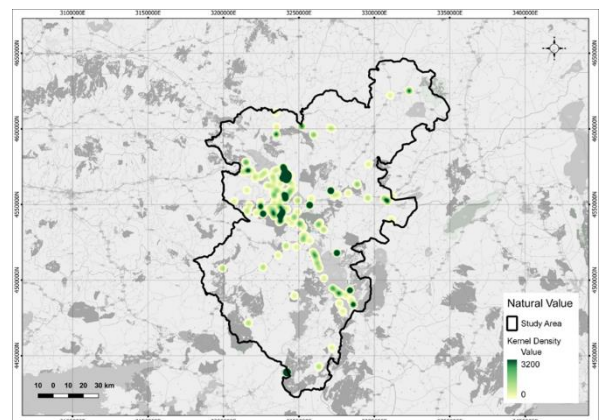


Figure 7. Kernel density estimation map of natural values uploaded to Flickr in Denizli

Highly visited natural values were discovered to be primarily dispersed throughout northwest Denizli, much like cultural hotspots. Together with visual benefits, the natural hotspots provide significant recreational and ecotourism

opportunities (Table 3). The most visited locations are protected areas and distinctive geomorphological structures.

Table 3. Cultural service potential of natural hotspots

Location	Landscape character and value	Prevailing cultural service potential
Pamukkale Travertines	Travertine formations because of the combination of both geological and hydrological processes; listed in UNESCO World Heritage Sites	Recreation and aesthetic values
Kaklık Cave	Cave conveying geothermal fluids with recreational facilities nearby	Recreation and aesthetic values
Gökpinar Stream	Riparian landscape with recreational opportunities for trekking, picnicking and fishing.	Recreation, ecotourism, and aesthetic values
Honaz Mountain National Park	Mountain and forest landscapes offer nature-based tourism activities such as climbing, hiking, trekking and passive recreational opportunities such as picnicking.	Recreation, ecotourism, and aesthetic values
Ucarı Pond	The former irrigation pond was transformed into a recreation facility	Recreation and aesthetic values
Dodurgalar Neighborhood	Rural landscape; trekking routes and Keloğlan Cave as visitor attractions	Recreation, ecotourism, and aesthetic values
Lake Acıgöl	Tectonic hypersaline lake	Aesthetic value
Altındere Valley	Riparian valley landscape with trekking routes	Recreation, ecotourism, and aesthetic values
Maymun Mountain	Mountain landscape with a rough terrain; mostly preferred for nature walking	Recreation, ecotourism, and aesthetic values
Colossae Ancient City	An ancient city, it is situated on the west foothills of Mount Honaz (Mt. Cadmos) next to the Aksu River.	Recreation, ecotourism, and aesthetic values

When the spatial distribution of user activity was examined, most visited locations included the city center, historical landmarks, cultural centers, and recreational places with facilities. Shared user content showed a particular pattern along various highways connecting Denizli to neighboring cities. On the other hand, not all areas on the road with shared photo content provide recreational facilities. For example, Lake Acıgöl is located on Denizli-Afyonkarahisar, and there are no facilities for recreational use in the immediate vicinity. However, it can attract the attention of passers-by due to the scenic landscape created by the

mineral content of the lake and the bird species that reside there.

It was observed that natural landscapes that attract visitors' attention were concentrated in more points than cultural landscape points. Similar to previous research (Zhang et al., 2020), the results also demonstrated that waterfronts and natural landforms draw more visitors, thus delivering more cultural ecosystem services. However, as Alessa et al. (2008) point out, these frequently visited locations are also at risk of being negatively impacted by human use due to their popularity. To give an example specific to Denizli, in a study conducted for Pamukkale/Hierapolis (Dağ & Mansuroğlu, 2018), both physical and social carrying capacities were investigated, and it was determined that the number of visitors exceeded the capacity. It is known that the microorganism structure of the travertines is susceptible to severe damage from the walking activity of visitors (Çetinoğlu & Meydan Uygur, 2020). This poses a risk of damage to the natural structure that reveals the unique value of the area. Therefore, it is essential to manage these areas with sustainable planning strategies that balance protecting these valuable resources while still allowing people to enjoy and experience them. It should also be noted that social media has the power to influence destinations via user/visitor-shared content, which can also lead to overcrowding (Çetinoğlu & Meydan Uygur, 2020).

There are no studies on cultural ecosystem services in Denizli in the literature; hence, the findings could not be compared. On this basis, studies on recreation and tourism were examined. However, the research on these topics in Denizli is either specific to a particular district or destination (e.g., Pamukkale, city center, etc.) or related to a specific type of tourism (e.g., thermal tourism, gastronomy tourism, etc.). Therefore, determining the hotspots preferred by visitors within the scope of this study and mapping the landscape values at the provincial scale for tourism in Denizli reveals the originality of this study. Based on our findings, it may be possible to consider cultural ecosystem services more holistically throughout the province. Furthermore, this study found landscape hotspots like Maymun Mountain and the Dodurgalar district that have not been mentioned or given any attention in earlier studies. Understanding the supply, demand, and actual usage of ecosystem services through identifying the natural and cultural landscape values, considering them across all professional disciplines in urban management, and ensuring the coordination of relevant units are essential for sustaining the uniqueness of cities and for developing sound environmental management policies (Zhang et al., 2020; Dağ & Mansuroğlu, 2018). Nevertheless, the use of social media data raises some methodological issues. Most likely, only a limited percentage of visitors' photos are geotagged and posted to social media

(Figueroa-Alfora & Tang, 2017). Additionally, the lack of representativeness in social media samples due to accessibility issues results in user-generated content reflecting the behaviors and perceptions of certain sociodemographic groups, potentially misleading land management decisions (Oteros-Rozas et al., 2018). However, user data, encompassing users' temporal-spatial behavior patterns and preferences, is valuable for managing tourism and recreational activities and research based on natural and cultural resource sustainability. In cases where obtaining user information is laborious and costly, location-based social media data is an alternative data source to access such information. Social media data, while valuable, comes with challenges that require careful consideration during analysis. The subjective nature of user-generated content often introduces biases, making it essential to handle this data meticulously. Analyzing large datasets typically demands advanced techniques like natural language processing, which requires specialized skills and resources. Ethical concerns are also significant, particularly regarding data privacy and the protection of personal information. Researchers must be cautious of unauthorized data usage and its legal implications, ensuring they address these issues thoroughly. Implementing robust data cleansing and validation processes is crucial to enhance the accuracy and reliability of analysis outcomes.

## CONCLUSION

This study explored the usability of geotagged photos obtained from the social media platform Flickr as an alternative data source to determine users' temporal and spatial visit patterns throughout Denizli province regarding cultural ecosystem services supply and flow. As a result, it was concluded that the region's geomorphological formations and archaeological sites have a substantial capacity to attract visitors, thus providing a high flow of cultural ecosystem services. Pamukkale and its surroundings, which are UNESCO World Heritage Sites, are significant landscape values for the province. The data also provided information on hotspots for natural and cultural landscape values, which could assist authorities in developing landscape management strategies, particularly in protected areas.

In conclusion, geotagged data's spatial and temporal distribution can provide valuable insights into peak visitor periods and visitors' preferred landscapes. This might help implement additional visitor management measures and enhance overall visitor activities. Additionally, location-based social media data could be utilized as a potential data source for tracking users and may offer opportunities for future research.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın özeti 'Spatial Analysis of Natural and Cultural Landscape Values via Social Media Photos' başlığı ile 2.

## REFERENCES

- Aksu GA (2014) Bütüncül (Holistik) Peyzaj Planlama Yaklaşımı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 13(26): 21-34.
- Alessa L, Kliskey A, Brown G (2008) Social-ecological hotspots mapping: a spatial approach for identifying coupled social-ecological space. *Landscape and Urban Planning* 85(1): 27-39.
- Arslan ES, Örucü ÖK (2020) Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal medya fotoğrafları kullanılarak modellenmesi: Eskişehir örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi* 21(1): 94-105.
- Arslan ES, Nordström P, Ijäs A, Hietala R, Fagerholm N (2021) Perceptions of Cultural Ecosystem Services: spatial differences in urban and rural areas of Kokemäenjoki, Finland. *Landscape Research* 46(6): 828-844.
- Arslan ES, Örucü ÖK (2021) MaxEnt modelling of the potential distribution areas of cultural ecosystem services using social media data and GIS. *Environment Development and Sustainability* 23: 2655-2667.
- Baylan E (2012) Doğal Kaynak Yönetimi İçin Kolaboratif Peyzaj Planlama: Karasu Nehri Örneği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Berkes F, Folke C, Colding J (1998) *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, New York, NY.
- Çetinoğlu D, Meydan Uygur S (2020) Aşırı turizm sorununa çözüm olarak pazarlama stratejileri kullanılabilir mi? Pamukkale örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi* 12(3): 3008-3026.
- Dağ V, Mansuroğlu S (2018) Pamukkale/Hierapolis Dünya Miras Alanı'nda Ziyaretçi Taşıma Kapasitesinin Belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 31(2): 107-115.
- Daniel TC (2001) Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning* 54(1-4): 267-281.
- DİKTM (2017) Denizli İli Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Denizli Turizmi. <https://denizli.ktb.gov.tr/Eklenti/68133,denizliturimpotansiyeliguncelpdf.pdf> (Erişim Tarihi: 18/10/2021).
- Fagerholm N, Käyhkö N (2009) Participatory mapping and geographical patterns of the social landscape values of rural communities in Zanzibar, Tanzania. *Fennia-International Journal of Geography* 187(1): 43-60.
- Figueroa-Alfaro RW, Tang Z (2017) Evaluating the aesthetic value of cultural ecosystem services by mapping geotagged photographs from social media data on

- Panoramio and Flickr. *Journal of Environmental Planning and Management* 60(2): 266-281.
- Flickr (2021) <https://www.flickr.com> (Erişim Tarihi: 26/06/2021).
- Flickr API (2021) Flickr API Documentation. <https://www.flickr.com/services/api/> (Erişim Tarihi: 20/06/2021).
- Gede M (2018) Flickr Metadata Downloader. QGIS Python Plugins Repository.
- Grimm NB, Cook EM, Hale RL, Iwaniec DM (2015) A broader framing of ecosystem services in cities: benefits and challenges of built, natural or hybrid system function. In: Seto K, Solecki W, Griffith C (eds), *The Routledge Handbook of Urbanization and Global Environmental Change*. Routledge, London, pp 227-236.
- Gunderson K, Watson A (2007) Understanding place meanings on the bitterroot national forest, Montana. *Society and Natural Resources* 20(8): 705-721.
- Kaymaz I, Örucü ÖK, Arslan ES (2021) Landsenses ecology approach for comprehensive assessment of cultural ecosystem services: preferences of students at Ankara University of Turkey. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 28(7): 644-652.
- MA (2005) *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Oteros-Rozas E, Martín-López B, Fagerholm N, Bieling C, Plieninger T (2018) Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators* 94: 74-86.
- Python (2021) <https://www.python.org> (Erişim Tarihi: 20/06/2021).
- Strickland-Munro J, Moore S, Kobryn H, Palmer D (2015) Values and aspirations for coastal waters of the Kimberley: social values and participatory mapping using interviews. *Kimberley Marine Research Program Node of the Western Australian Marine Science Institution (WAMSI), Perth, Western Australia*, pp 88.
- Tekin Cüre C (2021) *Peyzajın Sosyal Değerinin Belirlenmesi İçin Bir Model Önerisi: Denizli-Pamukkale Örneği*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- T.C. Denizli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2020) *Denizli İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu. ÇED ve Çevre İzinlerinden Sorumlu Şube Müdürlüğü*. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2020\\_denizli\\_cdr-20211018151306.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2020_denizli_cdr-20211018151306.pdf) (Erişim Tarihi: 21/02/2024).
- TÜİK (2023) *Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese->
- Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-SonucLari-2023-49684 (Erişim Tarihi: 21/02/2024).
- Tuan Y (1977) *Space and Place: The Perspective of Experience*. Edward Arnold, London.
- Uslu A (2021) Sosyal medya verileri ile İhlara Vadisi'ne yapılan ziyaretlerin zamansal ve mekânsal değişimlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry* 22(4): 395-407.
- Zhang H, Huang R, Zhang Y, Buhalis D (2022) Cultural ecosystem services evaluation using geolocated social media data: A review. *Tourism Geographies* 24(4-5): 646-668.
- Zube EH (1987) Perceived land use patterns and values. *Landscape Ecology* 1(1): 37-45.

# Aydın Ekolojik Koşullarında Makarnalık Buğdayın (*Triticum durum* L.) Verim ve Verim Unsurları ve Kalite Değerleri ile Bazı Aminoasit İçeriklerinin Belirlenmesi

**Bahar KASAL<sup>1</sup>**, **Yakup Onur KOCA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye

**Öz:** Bu çalışmanın amacı Akdeniz iklim koşullarına uygun makarnalık buğday çeşitlerinin Kıyı Ege Bölgesi koşullarında verim, verim öğeleri ve kalite özelliklerinin ile aminoasit içeriklerinin belirlenmesidir. Çalışma materyali olarak; Alatay, Çeşit 1252, Poyraz, Şölen 2002 ve Yaren olmak üzere 5 farklı makarnalık buğday çeşitleri kullanılmıştır. Deneme Aydın ili Koçarlı ilçesinde kışlık konvansiyonel buğday üretimine uygun şekilde sulamasız koşullarda yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre çeşitlerin ortalama başakta tane sayısı 45 adet, başak uzunluğu ortalama değerin 6,5 cm ve tane verimi ortalama değerin 659 kg da<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Tane kalite parametreleri incelendiğinde çeşitlerin ortalama protein oranının %13.9, nişasta oranı ise ortalama %57.3 olduğu görülmektedir. Aminoasit oranları bakımından en yüksek ortalama değeri lösin (1.153) vermiştir. Bunu sırasıyla fenilalanin (0.705), valin (0.573), arjinin (0.563), izölösün (0.555), treonin (0.388), histidin (0.258) ve metionin (0.263) aminoasitleri takip etmiştir. Başakta tane sayısı bakımında Şölen 2002, tane verimi açısından Alatay, Poyraz, Şölen 2002 ve Yaren, başak uzunluğu bakımından Çeşit 1252 en yüksek değerlere sahipti. Tüm çeşitlerin protein içeriği yüksek olmakla birlikte, Çeşit 1252 ve Şölen 2002 çeşitleri en yüksek nişasta içeriğine sahip olmuştur. Aminoasit içerikleri incelendiğinde histidin, arjinin ve treonin aminoasitleri açısından değerlendirme yapılırsa Poyraz, metionin, izölösün, lösin ve fenilalanin aminoasitleri yönünden Çeşit 1252 çeşidini önerilebilir. Valin aminoasidi açısından ise Yaren çeşidinde en yüksek ortalamalara sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Makarnalık Buğday, Verim, Kalite, Protein Oranı, Aminoasit

**Determination of Yield, Yield Components, Quality and Some Amino Acid Contents of Durum Wheat (*Triticum durum* L.) under Aydın Ecological Conditions**

**Abstract:** The objective of this study is to ascertain the yield, yield components, quality traits and amino acid contents of durum wheat varieties that are well-suited to Mediterranean climate conditions in the Coastal Aegean Region. The study material comprised five durum wheat varieties: Alatay, Çeşit 1252, Poyraz, Şölen 2002 and Yaren. The experiment was conducted as conventional winter wheat without irrigation in the Koçarlı district of Aydın province. The results of the study indicated that the average grain number per spike was 45 pieces, the average of spike length was 6.5 cm, and the average grain yield was 6590 kg ha<sup>-1</sup>. Upon examination of the grain quality parameters, it was observed that the average protein content of the varieties was 13.9%, while the average starch content was 57.3%. The highest average value in terms of amino acid content was observed for leucine (1.153). Subsequently, the amino acids phenylalanine, valine, arginine, isoleucine, threonine, histidine and methionine were identified, with respective values of 0.705, 0.573, 0.563, 0.555, 0.388, 0.258 and 0.263. The variety with the highest average grain number per spike was identified as Şölen 2002. The varieties with the highest grain yield were Alatay, Poyraz, Şölen 2002 and Yaren. The variety with the highest average of spike length was Çeşit 1252. While all varieties demonstrated high protein contents, the varieties Çeşit 1252 and Şölen 2002 exhibited the highest starch contents. Upon examination of the amino acid contents, it can be recommended that the Poyraz variety be selected for histidine, arginine and threonine, and that Çeşit 1252 be selected for methionine, isoleucine, leucine and phenylalanine amino acids. With regard to the valine amino acid, the Yaren variety was found to exhibit the highest mean values.

**Keywords:** Durum Wheat, Yield, Quality, Protein Rate and Amino Acid

## GİRİŞ

Dünya genelinde makarna sanayi hacmi oldukça büyüktür ve her yıl giderek artmaktadır. Türkiye, önemli sayılabilecek üreticilerden biri olmanın yanında (2023 yılında 4.3 milyon ton) artan makarna sanayi hacmi bakımından önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2024). Makarna sektörü direk ve dolaylı olarak yaklaşık 50 bin kişiye istihdam sağlamaktadır. İç ve dış ticaret hacmi birlikte değerlendirildiğinde 2 milyar dolarlık bir ekonomik değeri söz konusudur. Ayrıca ülkemiz 160'tan fazla ülkeye ihracat gerçekleştirmektedir (Anonim, 2023). Ülkemiz, kaliteli ve verimli toprakları sayesinde yüksek miktarlarda makarnalık buğday üretimi gerçekleştirmekte ve

bu ürünü dünya pazarlarında satabilmektedir. Makarnalık buğday (*Triticum durum*) da yapılan daha önceki birçok çalışmada tane verimini etkileyen birkaç önemli özelliğin olduğu bildirilmiştir. Bunların başında tek başak ağırlığı, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı sayılabilir (Taşdemir, 2010; Boyacı, 2012; Başkonuş ve ark., 2022).

**\*Sorumlu Yazar:** [yokoca@adu.edu.tr](mailto:yokoca@adu.edu.tr)

Bu çalışma Yüksek Lisans tez ürünüdür. ADÜ BAP Birimi Proje numarası ZRF-23015 ile desteklenmiştir.

**Geliş Tarihi:** 13 Ağustos 2024

**Kabul Tarihi:** 4 Kasım 2024

Sayılanlara ek olarak bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinde kardeşlenme sayısının artışı (Diepenbrock et al, 2016), daha erken başaklanmanın gözlenmesi (Özgüner, 2006) ve buna bağlı olarak tane olgunlaşma dönemindeki uzamanın da tane verimi olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Coşkun, 2003). M2'deki başak sayısının (Yiğit, 2015) artışının da tane verimini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Makarnalık buğdayda önemli bazı verim öğeleri aynı zamanda kalite parametreleri olarak görülmektedir. Bunlar bin tane ağırlığı, m<sup>2</sup> de başak sayısı ve başakta tane sayısı faktörleridir (Çetin ve Ayrancı, 2021). Buğdayın direk olarak verimini etkileyen bu parametreler aynı zamanda kalitesini (protein ve nişasta oranı) de belirleyen parametreler arasındadır (Başkonuş ve ark., 2022). Makarnalık buğdayın tane kalitesi en az verimi kadar önemli bir parametredir. Çeşit özelliklerinin yanı sıra bitkinin yetiştirildiği çevre koşullarının da (toprak ve iklim özellikleri) etkisi bulunmaktadır (Atlı ve ark., 1993; Ünal, 2002). Makarnalık buğdayın yüksek protein içeriği, makarna üretimi için ideal bir malzeme olmasını sağlamaktadır. Yüksek protein oranı, makarnanın daha dayanıklı olmasını ve pişme sonrası daha iyi bir kıvam almasını sağlamaktadır (Gagliardi et al. 2020).

Esansiyel Amino Asitler vücudumuzda hemen her işlevde yer alıp önemli etkilere sahiptir (Sulek et al, 2023). Ruh sağlığı iyileştirici etkisi etkilerinin yanı sıra vücut egzersizlerinden sonra daha çabuk toparlanmayı sağlayan bileşiklerdir. Oluşabilecek enfeksiyon oluşumuna ek olarak kas yitimini de engeller. Özellikle özel diyeti olan kişiler (vejetaryen ya da vegan beslenme) için bunların alınması için makarnalık buğday önemli bir besin kaynağıdır (Akar et al., 2019).

Verilen bilgiler ışığında; bu çalışmada Ege Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile birlikte bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi

amaçlanmıştır. Bunlara ek olarak makarnalık buğday çeşitlerinde bazı esansiyel amino asitlerinin oranları ölçülmüştür.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada; Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün tescilli makarnalık buğday çeşitleri olan Alatay, Poyraz, Şölen 2002 ve Yaren ile Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün tescilli makarnalık buğday çeşidi olan Çeşit 1252 kullanılmıştır.

### Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Çalışmanın yapıldığı 2022-2023 kışık üretim dönemine ait minimum, maksimum, ortalama sıcaklık değerleri ve toplam yağış miktarları Çizelge 1 de verilmiştir.

Buğday gelişiminin ilk devrelerinde (çimlenme ve kardeşlenme) yüksek sıcaklık ve uzun ışıklanma süresine ihtiyaç duymadığı için 5-10 °C arasında olması bitki gelişimi için oldukça önemlidir. Çizelge 1 de bitkinin toprak yüzeyine çıkışı ve ilk gelişme evrelerinin yaşandığı ocak ayı ortalama sıcaklığının 9.1 °C olduğu görülmektedir. Buğday vejetatif (sapa kalkma) dönemde yüksek sıcaklık isteği olmaması nedeniyle bu dönemde en ideal sıcaklık aralığı 10-15 °C dir. Vejetatif gelişme döneminin sürdüğü şubat ayında ortalama sıcaklık değerinin 9.1-9.4 °C olduğu tespit edilmiştir (Ereku ve Yiğit, 2018). Döllenme devresinde sıcaklıkların yüksek olması tane kalitesi için önemli olup bu dönemdeki (şubat ortası) maksimum sıcaklıklar ve sıcaklık ortalaması değerleri 27.4-9.4 °C arasında olduğu belirtilmiştir. Makarnalık buğdayda düşük sıcaklığa en iyi direnç gösterebilen çeşitler olmasına rağmen -15 °C den sonra zarar görmeye başlarlar (Farooq et al, 2011). Deneme yılına ait minimum sıcaklık ortalamasına baktığımızda en düşük sıcaklığın -11.0 °C olarak ölçüldüğü görülmektedir.

Çizelge 1. Deneme Sezonuna Ait Meteorolojik Veriler

Aylar	Minimum Sıcaklık Ortalaması 2022-2023	Maximum Sıcaklık Ortalaması 2022-2023	Ortalama Sıcaklık Değeri 2022-2023	Uzun yıllar aylık sıcaklık ortalaması (1992-2023)	Toplam Yağış 2022-2023	Uzun yıllar yağış ortalaması (1992-2023)
Aralık	-5.3	25.9	12.7	9.6	122.6	96.3
Ocak	-11.0	23.2	9.1	8.2	119.1	121.1
Şubat	-5.4	27.4	9.4	9.4	91.3	34.7
Mart	-5.0	32.4	11.1	11.8	70.8	68.1
Nisan	-0.8	35.4	17.0	16.0	47.6	35.5
Mayıs	4.6	42.6	21.6	20.9	36.5	44.3
Haziran	8.4	44.4	26.4	25.6	16.9	60.5
Ortalama	-2.4	32.8	15.4	14.4	74.0	70.4

ADÜ Ziraat Fakültesi Meteoroloji İstasyonu Verileri

Çizelge 2. Çalışma Sahasına Ait Toprak Analiz Değerleri

Derinlik (cm)	Kil (%)	Kum (%)	Mil (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	pH	Organik madde (%)
0-30	11.3	72	16.7	21 (orta)	176 (orta)	2978	8.4 (alkali)	1.2 (az)

Deneme alanının toprak özellikleri Çizelge 2.'de verilmiştir. Araştırmanın yapıldığı araziden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneği değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Toprağın pH sınıfı 8.4 olduğu ve alkali karakterli bir yapıda olduğu anlaşılmaktadır. Analiz değeri incelendiğinde toprağın organik madde bakımından zayıf olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Toprak tekstürü niteliğini ele alacak olursak toprağın Kumlu-Tınlı bir bünyeye sahip olduğu görülmektedir. Topraktaki fosforun ve potasyumun orta değerlerde olduğu söylenebilir.

#### Yöntem

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim 10.12.2022 tarihinde 6 sıralı buğday ekim mibzeriyle m<sup>2</sup>'ye 500 (adet m<sup>-2</sup>) tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Parsel uzunluğu 10 m, parsel genişliği 1,2 m, her parsel 6 sıradan oluşmakta ve sıra arası mesafesi 20 cm' dir. Gübreleme işlemi elle serpmeye usulüyle yapılmıştır. Denemede taban gübresi olarak Amonyum Sülfat (%21

N+%24 S) gübresi 8 kgda<sup>-1</sup> saf azot gelecek şekilde uygulanmıştır (06.01.2023). Üst gübreleme kardeşlenme (13.02.2023) ve sapa kalkma (17.03.2023) dönemlerinin sonlarına doğru yapılmıştır. Her iki dönemde dekarda 7 kg saf azot gelecek şekilde hesaplanan üre (%46 N) gübrecesi uygulanmıştır. Deneme alanında herhangi bir kimyasal içeriğe sahip herbisit veya insektisit kullanılmamıştır. Hasat 07.06.2023 tarihine yapıldı. Çalışmada başakta tane sayısı, tane verimi, başak uzunluğu, m<sup>2</sup> deki başak sayısı, protein oranı, nişasta oranı değerleri ölçülmüştür ve buna ek olarak aminoasit değerleri g/100 g olarak belirlenmiştir. Protein ve yağ oranı değerleri NIRSFT (Bruker MPA) cihazı kullanılarak ölçüldü (Fassio et al. 2009). Amino asit değerleri ise NIR (SupNIR-2700) cihazı ile analiz edilmiştir (Yang et al., 2021). Denemede elde edilen verilere ait varyans analizleri tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış olup ortalamaların karşılaştırılması ve istatistiki farklı gruplandırmalar LSD testi ile yapılmıştır (Acikgoz ve ark., 2004).

#### BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen özelliklere ilişkin varyans analizi Çizelge 3'te verilmiştir. Buna ek olarak, verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklere ilişkin ortalama değerler Çizelge 4'te ve incelenen aminoasit ortalamaları ise Şekil 1 ve Şekil 2 de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda tanede protein oranı dışındaki ölçülen tüm özelliklerde çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Çalışmada incelenen özelliklere ilişkin kareler ortalaması değerleri

VK	SD	BTS	TV	BU	M <sup>2</sup> BS	PO	NO
Tekerrür	3	23.6*	5583.8öd	0.1öd	913.4öd	2.0öd	3.5öd
Çeşit	4	121.6**	35399.3*	2.2**	14237.8*	0.2öd	0.9*
Hata	12	5.0	2523.3	0.1	3678.6	0.3	1.0
Genel	19	32.5	9927.8	0.6	5465.0	0.6	1.5

\*: %1 düzeyinde önemli \*\*: %5 düzeyinde önemli öd: önemli değil, VK: Varyasyon Kaynağı, SD: Serbestlik Derecesi, BTS: Başakta Tane Sayısı, TV: Tane Verimi, BU: Başak Uzunluğu, M<sup>2</sup>BS: M<sup>2</sup>'de Başak Sayısı, PO: Protein Oranı, NO: Nişasta Oranı

Makarnalık buğdayda önemli sayılabilecek parametrelerden bir tanesi de başakta tane sayısıdır (Başkonuş ve ark., 2022) buna ek olarak başakta tane sayısı buğday tanesinin kalite parametrelerini de dolaylı olarak belirleyen bir özelliktir. Elde edilen ortalama değerleri önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında; en yüksek ve en düşük tane sayısı değerlerinin Konak ve ark. (2005) 'in Kıyı Ege koşullarında elde ettikleri ile uyumlu olduğu söylenebilir. Buna karşın

deneme sonuçlarının; Kendal (2009), Kendal (2013) ve Sakin ve ark. (2016) da Güneydoğu ve Orta Anadolu koşullarında elde ettiği başakta tane sayısı değerlerinden çok daha yüksek olduğu, Başkonuş ve ark. (2022) ve Boyacı (2012) 'nin, Akdeniz çevre koşullarında elde edilen rakamlardan ise düşük olduğu görülmüştür. Oluşan farklılığın bölgeler arasındaki ekolojik farklılıklardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.



Çizelge 4. Makarnalık buğday çeşitlerinde incelenen verim, verim öğeleri ve bazı kalite parametrelerine ait ortalama değerler

Çeşit	BTS	TV	BU	M <sup>2</sup> BS	PO	NO
Alatay	46 b	700.5 a	6.4 bc	550 ab	13.6	57.2 ab
Çeşit 1252	43 b	507.7 c	7.8 a	514 b	14.3	57.5 a
Poyraz	43 b	744.1 a	5.9 c	617 a	13.7	55.9 b
Şölen 2002	54 a	711.6 a	6.5 b	486 b	13.8	58.5 a
Yaren	39 c	630.9 ab	6.1 bc	618 a	13.9	57.3 ab
Ortalama	45	659.0	6.5	557	13.9	57.3
LSD çeşit	3.1	77.4	0.5	93.5	-	1.5

BTS: Başakta Tane Sayısı, TV: Tane Verimi, BU: Başak Uzunluğu, M<sup>2</sup>BS: M2de Başak Sayısı, PO: Protein Oranı, NO: Nişasta Oranı

#### Tane Verimi (kgda<sup>-1</sup>)

Yapılan çalışmada makarnalık buğday da tane verimi ortalama değerlerin 507.7 kgda<sup>-1</sup> ile 744.1 kgda<sup>-1</sup> dolaylarında olduğu net ortalamanın ise 659.0 kgda<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. En yüksek tane verim değeri Poyraz çeşidinden alınırken, elde edilen en düşük verim değeri ise Çeşit 1252'den sağlanmıştır. Çalışma sonuçları Kendal (2013), Kılıç (2014) ve Polat (2017) tarihli Güneydoğu Anadolu koşullarında yapılan çalışmaları ile uyumlu olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Boyacı (2012)'deki Akdeniz koşullarında elde edilen tane verimi değerleriyle paralel sonuçlar verdiği görülmektedir. Elde edilen verim değeri ortalaması Kılıç ve ark. (2017), Kara ve ark. (2008) ve Aydoğan ve ark. (2012) çalışmalarından elde edilen tane verimi değerlerine kıyasla daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Makarnalık buğday çeşitleri ile Aydın Ekolojisi koşullarında daha önceden yapılan bir çalışmadan ise tane verimi verilerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Konak ve ark, 2005).

#### Başak Uzunluğu (cm)

Çalışmadan elde edilen değerlerin 5.9-7.8 cm aralığında olduğu, genel ortalamanın ise 6.5 cm olduğu ölçülmüştür. Önceki çalışmalar incelendiğinde bu sonuçların Kendal (2009) GAB koşullarındaki yürütülen çalışmasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Başkonuş ve ark. (2022)'deki çalışmalarından alınan sonuçlar ile de uyumlu olarak nitelenebilirken Boyacı (2012)'nin Hatay-Adana yöresi çalışmasına ise daha düşük bir değer olduğu görülmektedir. Farklı sonuçların ekolojik farklılıklardan kaynaklı olabileceği söylenebilir.

#### M<sup>2</sup>'de Başak Sayısı (adet)

Çalışmada yetiştirilen çeşitler arasında en yüksek m<sup>2</sup> deki başak sayısı değeri 618 adet gelirken en düşük değer ise 486 adet gelmektedir. Genel ortalama ise 557 tane geldiği belirtilmektedir. Öner ve Kendal (2022) ve Sakin ve ark. (2016) çalışmalarından elde ettikleri m<sup>2</sup> deki başak sayısı değerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışmanın ekiminde sıklığın m<sup>2</sup>'de 500 bitki olduğu göz önünde bulundurulursa çeşitlerin fazlaca kardeşlenemediği ortaya çıkmaktadır. En yüksek kardeşlenen Yaren (618 adet) ve

Poyraz (617 adet) çeşitlerinin bile düşük oranda kardeşlendiği söylenebilir. Bunun kardeşlenme döneminde yaşanan kuraklık ile ilgili olabilir.

#### Tanede Protein Oranı (%)

Tanedeki protein içeriğinin 13.62 (Alatay) ile 14.26 (Çeşit 1252) arasında olduğu, protein oranı genel ortalamasının ise %13.88 olduğu görülmektedir. Makarnalık buğdayın protein oranı, çeşitlere göre değişkenlik göstermektedir. Ancak genel olarak, makarnalık buğdayın protein oranı, ekmeçlik buğdaya göre daha yüksektir. Makarnalık buğdayın yüksek protein içeriği, makarna üretimi için ideal bir malzeme olmasını sağlamaktadır. Yüksek protein oranı, makarnanın daha dayanıklı olmasını ve pişme sonrası daha iyi bir kıvam almasını sağlamaktadır (Gagliardi et al. 2020). Ayrıca, makarnalık buğdayın yüksek protein içeriği, sağlıklı bir beslenme için önemli olan protein alımına da katkıda bulunmaktadır. (Ünal 2002). Aydın ilinin sahil kesiminde yetiştirilen makarnalık buğdayın, diğer bölgelerde yetiştirilenlere kıyasla daha yüksek protein oranına sahip olduğu belirtilmektedir. Bu durum, bölgenin iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklanmaktadır. (Konak ve ark., 2005). Bu değerlendirmeler neticesinde önceki çalışmalar ele alındığında elde edilen protein oranı karşılaştırıldığında: Özdemir ve Sakin (2018), Aydoğan ve ark. (2012), Yazar ve Karadoğan (2008), Polat (2017) ve Türköz ve Mut (2017)'nin yaptıkları çalışmalardan elde ettikleri tanedeki protein oranı değerlerinin oldukça düşük sonuçlar verdikleri tespit edilmiştir. Bu durum çevre koşullarından kaynaklanabilir.

#### Tanede Nişasta Oranı (%)

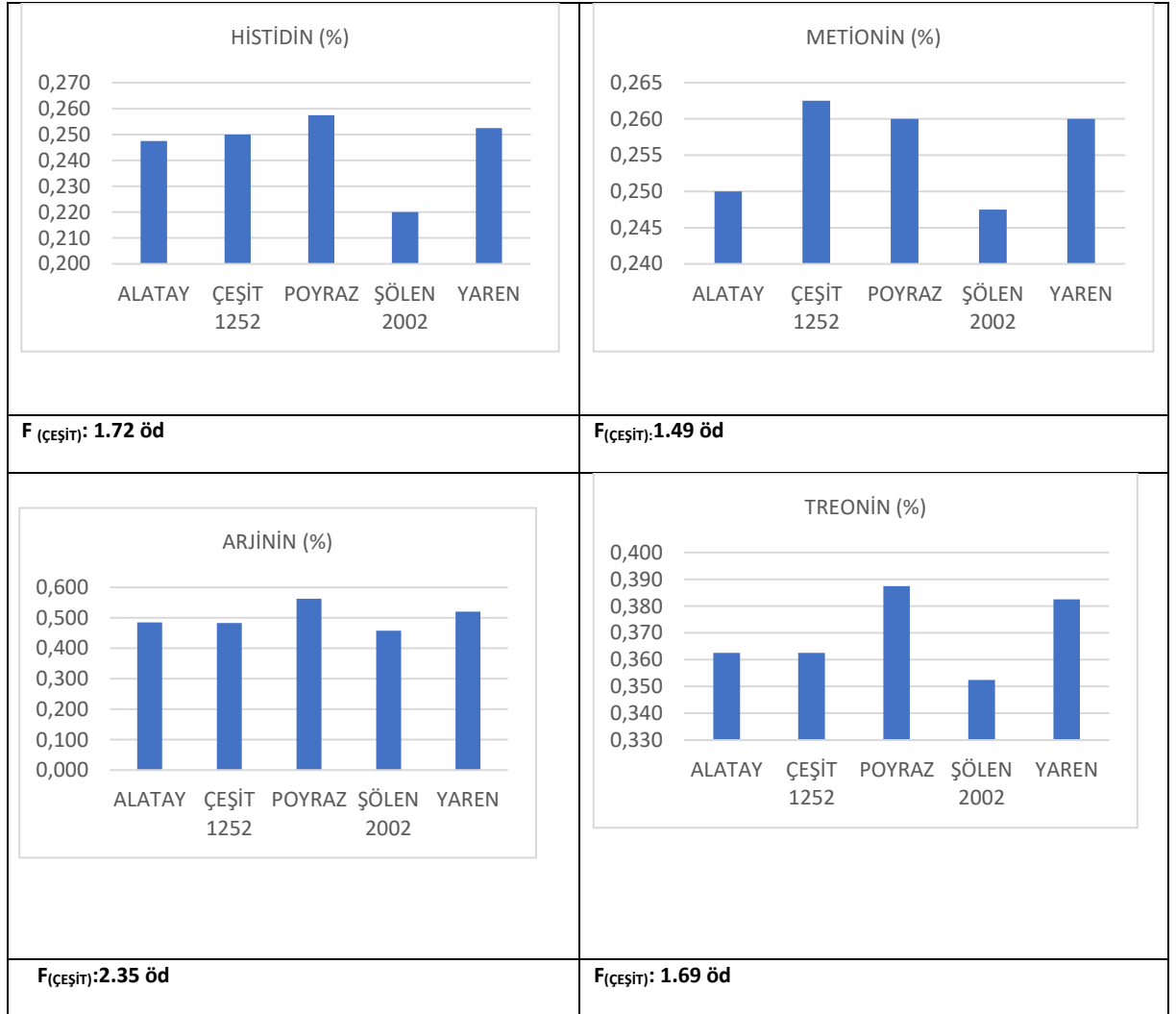
Araştırma sonuçları incelendiğinde tanede nişasta oranı ortalama değerlerin %55.9 ile %58.5 arasında olduğu genel nişasta oranı ortalamasının ise %57.3 olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, yüksek protein oranına sahip makarnalık buğday çeşitleri daha düşük un randımanına sahip olabilmektedir (Konak ve ark. 2005). Öner ve Kendal (2022), Mardin ili sınırında yaptıkları çalışmalarında %66.4-69.7 değerleriyle çalışmamızdan çok daha yüksek değerler elde etmiştir. Bulunan değerlerin bizim elde ettiklerimizden yüksek olması çevre koşullarının yanı sıra bizim yüksek protein oranı değerlerini ölçmemizde olabilir.

### Tanede Amino Asit Değerleri

Biyolojik önem açısından esansiyel ve esansiyel olmayan diye ikiye ayrılırlar (FAO, WHO 1991). Esansiyel amino asitler vücutta üretilmeyen dolayısıyla zorunlu olarak dışarıdan hazır alınması gerekli olan amino asitlerdir. Esansiyel aminoasitler: treonin, valin, metiyonin, İzölösin, Lösin ve Fenilalanin 'dir.

İnsan bedeni için esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit ihtiyaçlarının gereksinin değeri farklılık gösterir (Imura ve Okada 1998). Bebeklik devresinde alınması gereken oran %39 (Saldamlı, 2007), çocukluk devresinde alınması

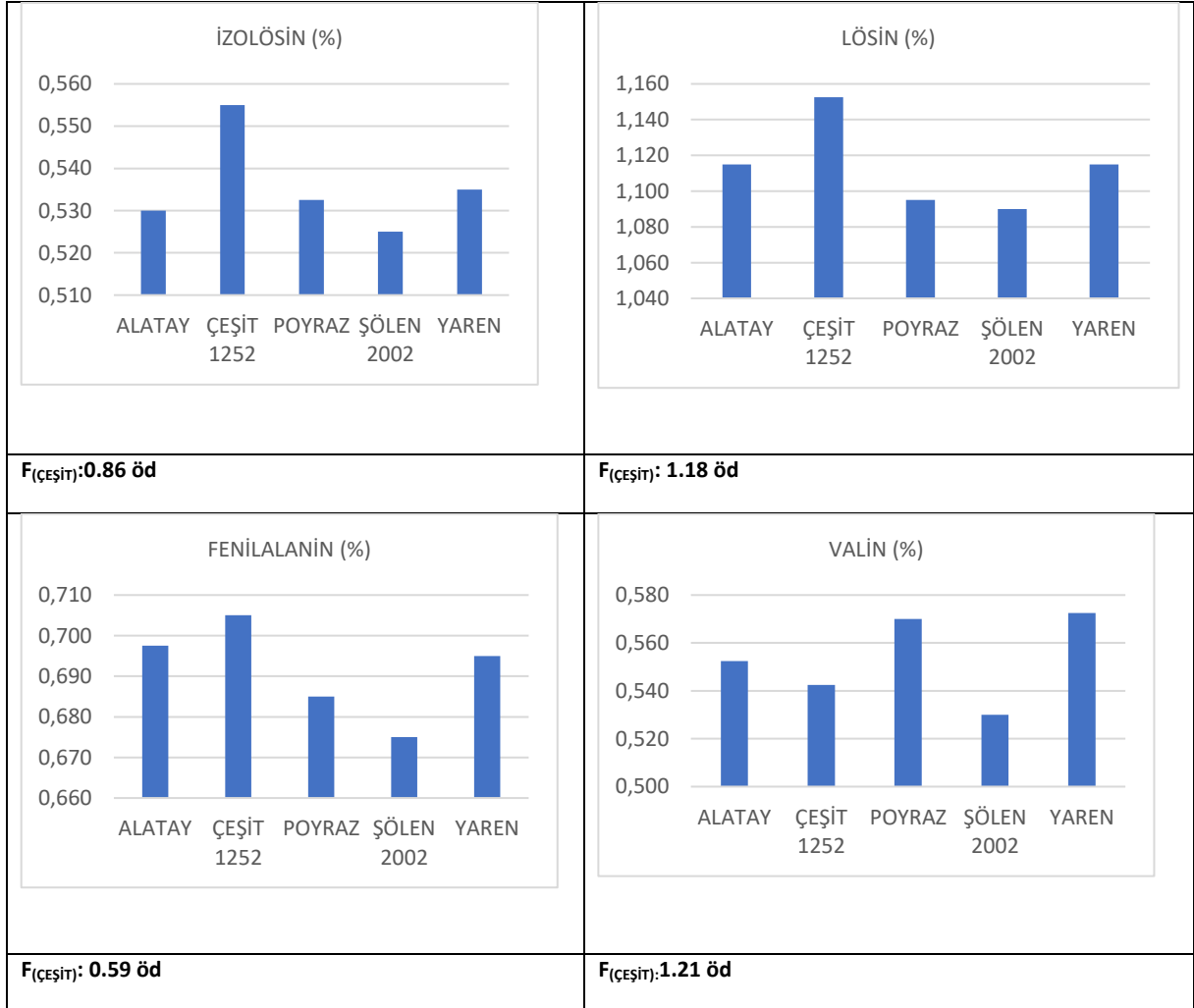
gerekilen değer %26 (Aksoy, 2000) ve yetişkin insanların alması gereken değer %11'dir (Oluwaniyi et al. 2010). Amino asitler beyinde özel bilgi taşıyıcı yapılar gibi davranmaktadırlar. Beyin fonksiyonlarının iyileştirilmesinde ve psikolojik gibi rahatsızlıklarda önemli işlevi olduğu belirtilmiştir (Anonim 1998, Anonim 2002, Anonim 2003). Laboratuvar analizleri sonucu ölçülen amino asit yüzdeleri Şekil 1 ve 2 de verilmiştir. Şekiller genel olarak incelendiğinde tane proteinin içinde bulunan histidin (%), arjinin (%), treonin (%), valin (%), metiyonin (%), izolösin (%), lösin (%), fenilalanin (%) değerleri görülmektedir.



Şekil 1: Histidin, Arjinin, Treonin ve Metionin oranları

Şekil 1 incelendiğinde histidin, arjinin, metionin ve treonin aminoasitlerinin çeşitlere göre değişim grafiklerinin olduğu görülmektedir. Histidin değerinin ortalamasının 0,246 olduğu görülmektedir. En yüksek histidin oranı 0.258 ile poyraz çeşidinden elde edilmiştir. En düşük histidin değerinin ise 0.220 değeri ile şölen 2002 çeşidinden olduğu tespit edilmiştir. Histidin ekseriyetle protein içerisinde yaklaşık %1-3 dolaylarında bulunur. Bu oran türler ve çeşitler arasında farklılıklar gösterebilir. Histidin bitkilerde arjinin ve lösin ile birlikte bulunur (Saldamlı 2007). Arjinin oranı değerlendirildiğinde ortalamasının 0.502 olduğu görülmektedir. En yüksek arjinin oranı 0.563 ile poyraz çeşidi en üst sırada yer almıştır. En düşük arjinin değerinin ise 0.458 değeri ile histidin oranına benzer şekilde şölen 2002 çeşidinde tespit edilmiştir. Treonin kalpte bulunmaktadır, merkezi sinir sisteminde yer almaktadır ayrıca iskelet kaslarında bulunmakla birlikte epileptik atakların yönetilmesinde görev alan bir amino asittir (Anonim 2002).

Treonin açısından değerlendirilecek olursa değerinin ortalamasının 0.370 olduğu görülmüştür. En yüksek treonin oranı önceki her iki aminoaside paralel olarak 0.388 ile poyraz çeşidinden elde edilmiştir. En düşük treonin değerinin ise 0.353 oranı ile şölen 2002 çeşidinden olduğu ortaya konulmuştur. Metiyonin yapısında kükürt ihtiva eden esansiyel bir amino asittir. Akciğere giren oksijenin kandaki hemoglobine yapışarak dokulara taşınmasını sağlar. Bitkisel proteinlerinin önemini belirleyen en önemli etken metiyonin oranıdır. (Saldamlı, 2007). Metionin sonuçları incelendiğinde ortalama değer 0.256 geldiği görülmektedir. En yüksek metionin oranı 0.263 değeri ile çeşit 1252 çeşidinden elde edilmiştir. Grafik değerlerine göre en düşük metionin değerinin ise 0.248'lik bir değer ile şölen 2002 çeşidinden alındığı tespit edilmiştir. Analiz değerleri göz önüne alınacak olursa sadece metionin oranına göre değerlendirme yapıldığında arjinin ve valin amino asitlerinde olduğu gibi çeşitler arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 2. İzolösün, Lösün, Fenilalanin ve Valin oranları

Şekil 2 incelendiğinde farklı makarnalık buğday çeşitlerinde İzölösün, Lösin, Fenilalanin ve Valin aminoasitlerinin değişimlerinin gözlenmektedir. Valin için en yüksek değer 0.573 değeri ile yaren çeşidinden alınmıştır. En düşük valin aminoasit oranı ise 0.530 değeri ile şölen 2002 çeşidinden alındığı tespit edilmiştir. Valin; bedende negatif hidrojen merkezini onarmakta yardımcı lösin ve izolösün ile birlikte alındığında daha iyi sonuçlar vermektedir. Örneğin doku onarımı ve adale iyileştirilmesi azot dengesinin oluşturulması gibi metabolik fonksiyonlarda görev almaktadır (Anonim 2002). İzölösün grafiğini incelediğimiz zaman 0.536 gibi yüksek bir değer ortalaması vermektedir. Lösin aminoasidini değerlendirecek olursak eğer değer ortalaması 1.114 gelmektedir. Lösin bazında en iyi veriyi çeşit 1252 çeşidinden 1.153 değeri ile alındığı tespit edilmiştir. En düşük lösin oranını ise 1.090'lık değer ile şölen 2002 çeşidinden alındığı görülmektedir. İzölösün; yumurta, et ve süt proteinleri içerisinde %5-6,5 düzeyinde bulunmaktadır. Tahıllarda protein oranı bakımından daha yetersiz bulunmaktadır (Saldamlı 2007). İzölösün, Lösin ve Valin gibi amino asitlerden elde edilen ürünler karaciğer ve böbrek yetmezliği tedavisinde kullanılır (Aksoy 2000). Fenilalanin grafiğini değerlendirdiğimizde ise değerlerin ortalamasının 0.692 geldiği belirtilmektedir. En iyi fenilalanin değerini veren çeşit ise 0.705'lik değeri ile çeşit 1252 çeşidi olmuştur. Fenilalanin: depresyon gibi ruhsal hastalıklarda kullanılmaktadır. Zayıflama, güçlü hafıza ve öğrenme yeteneğinde artışa neden olur. Ayrıca migren ile bahsedebilmekte ve bu tip metabolik rahatsızlıklarda görevlidir (Anonim 2002). Çeşit 1252 yüksek fenilalanin değerine ek olarak metionin, izolösün ve lösin aminoasitlerinde de yüksek sayılabilecek değerler göstermiştir. Genel bir sonuç değerlendirmesi yapılırsa Çeşit 1252 ve Poyraz aminoasit oranları açısından yüksek performans göstermişlerdir.

## SONUÇ

Bu sonuçlar ışığında çeşit seçimi adına eğer makarnalık buğdayda başakta tane sayısı özelliğine göre çeşit önerimi yapılacak olunursa şölen 2002 çeşidini önerebiliriz. Tane verimi özelliğine göre ise alatay, poyraz, şölen 2002 ve yaren çeşitlerini önerebiliriz. Başak uzunluğu değerine göre bir çeşit seçiminde ise poyraz çeşidini tavsiye edebiliriz. Protein oranına göre bir çeşit önerisinde bulunulacaksa eğer bütün çeşitler önerilebilir. Alatay, çeşit 1252, poyraz, şölen 1252 ve yaren çeşitlerinin hepsi protein oranı bakımından yüksek değerde sonuç vermişlerdir. Çeşitler nişasta oranı bakımından önerilecekse eğer çeşit 1252 ve şölen 2002 çeşitleri önerilebilir.

Poyraz çeşidi histidin, arjinin, treonin ve lösin aminoasitlerinde en iyi değerleri verirken, çeşit 1252 metiyonin, izolösün, lösin ve fenilalanin aminoasit değerlerinde en yüksek değerleri vermiştir. Buna ek olarak yaren çeşidi ise valin de en iyi sonuçları göstermiştir. Eğer histidin, arjinin, treonin ve lösin aminoasitleriyle

ilgileniyorsak poyraz çeşidini önerebiliriz. Eğer metiyonin, izolösün, lösin ve fenilalanin aminoasitleriyle ilgileniyorsak çeşit 1252 çeşidini önerebiliriz. Eğer valin aminoasit oranı değerlendirilecekse yaren çeşidini örnek çeşit olarak sunabiliriz.

## KAYNAKLAR

- Acikgoz N, Ilker E, Gokcol A (2004) Assessment of Biological Research on the Computer. ISBN: 973-483-607-8 Ege University Seed Technology Center, Publication No: 2 Bornova-Izmir, Turkey (in Turkish).
- Akar T, Cengiz MF, Tekin M (2019) A comparative study of protein and free amino acid contents in some important ancient wheat lines. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(2): 191-200.
- Aksoy M., (2000). Beslenme biyokimyası. ISBN 975-8322-07-9 Hatipoğlu yayınları. 622s.
- Anonim (1998). <http://www.populermedikal.com/sizofrenitedavi.html>
- Anonim (2002). <http://www.geocities.com/biyolojikpsikiyatri/sol27.html>
- Anonim (2003). <http://www.doctorhan.com/osa/gb1.html>
- Anonim (2023). Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği (TMSD) raporu. [https://www.makarna.org.tr/uploads/files/tmsd\\_sektor\\_raporu\\_aralik\\_2023.pdf](https://www.makarna.org.tr/uploads/files/tmsd_sektor_raporu_aralik_2023.pdf)
- Anonim (2024). TMO haberi. <https://www.tmo.gov.tr/kurum-haber/864/turkiye-bugday-ve-bugday-mamulleri-ihracatinda-dunyada-marka-haline-geldi#:~:text=T%C3%BCrkiye'nin%20durum%20bu%C4%9Fday%C4%B1%20yani,rekor%20%C3%BCretim%2C%20ihracata%20da%20yans%C4%B1d%C4%B1.>
- Atlı A, Koçak N, Aktan M (1993) Ülkemiz çevre koşullarının kaliteli makarnalık buğday yetiştirmeye uygunluk yönünden değerlendirilmesi, *Hububat Sempozyumu*, s.345-351, Konya.
- Aydoğan S, Şahin M, Göçmen-Akacık A, Kaya Y, Kara İ, Türköz M, Akçura M (2012) Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(1): 82-85.
- Başkonuş T, Yüce İ, Dokuyucu T, Akkaya A (2022) Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) İleri Hatlarının Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Tarımsal ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(3): 674-681.
- Boyacı A (2012) Akdeniz koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi, s Antakya/Hatay.

- Çetin GN, Ayrancı R (2021) Kırşehir ekolojik koşullarında bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve verim bileşenleri bakımından değerlendirilmesi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 9-20.
- Coşkun Y (2003) Farklı dozlarda ve zamanlarda uygulanan azotun makarnalık buğdayın verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *Harran Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Şanlıurfa*.
- Diepenbrock W, F. Ellmer, J. Leon (2016) *Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung*, UTB, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 376 S.
- Erkul O, Yiğit A (2018) Buğdayda tane dolum dönemindeki yüksek sıcaklığın protein yapısına etkisi. *Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi (26-28 Ekim 2018 - Aydın) kitabı, Sayfa 80-90*.
- FAO/WHO Expert Consultation (1991) Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation: Protein Quality Evaluation. *FAO Food and Nutrition Paper no.51*.
- Gagliardi A, Carucci F, Masci S, Flagella Z, Gatta G, Giuliani MM (2020) Effects of genotype, growing season and nitrogen level on gluten protein assembly of durum wheat grown under Mediterranean conditions. *Agronomy*, 10(5): 755.
- Farooq M, Bramley H, Palta, J. A, Siddique HM (2011) Heat stress in wheat during reproductive and grainfilling phases. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30 (1): 1-17.
- Fassio A, Fernández EG, Restaino EA, La Manna A, Cozzolino D (2009) Predicting the nutritive value of high moisture grain corn by near infrared reflectance spectroscopy. *Computers and Electronics in Agriculture* 67(1-2): 59-63
- Imura K, Okada A (1998) Amino acid metabolism in pediatric patients. *Nutrition*, 14(1): 143- 148.
- Kara R, Dumlupınar Z, Akkaya A, Dokuyucu T (2008) Bazı makarnalık buğday genotiplerinin Kahramanmaraş koşullarında fenolojik dönemler, bazı bitkisel özellikleri ve tane verimi bakımından değerlendirilmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(1): 89-96.
- Kendal E (2009) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde farklı dozlarda uygulanan çinko (ZnSO<sub>4</sub>) gübresinin makarnalık buğday çeşitlerinde verim, verim unsurları ve kalite özelliklerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. 84 sayfa. (Basılmamış), Adana.
- Kendal E (2013) Bazı makarnalık buğday çeşitlerinde genotip x çevre interaksyonunun kalite ile verim özelliklerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. (Basılmamış Doktora tezi) 187 s. Hatay*.
- Kılıç H (2014) İleri Kademe Makarnalık Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1 (2): 194-201.
- Kılıç H, Dönmez E, Yazar S, Şanal T, Altıkat A (2007) Elâzığ ve Malatya Şartlarına uygun makarnalık buğday çeşitlerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, (2): 6-13.
- Konak C, Turgut İ, Erkul A, Öncan F, Koca YO (2005) İleri makarnalık buğday hatlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu) Cilt II, s,713-718*.
- Oluwaniyi OO, Dosumu OO, Awolola GV (2010) Effect of local processing methods (boiling, frying and roasting) on the amino acid composition of four marine fishes commonly consumed in Nigeria. *Food Chemistry*, 123(4): 1000-1006.
- Öner K, Kendal E (2022) Mardin İli Sınırlarından Toplanan Yerel Makarnalık Buğday Popülasyonlarının Karakterizasyonu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*. ISSN: 2146-4693. S137-156. (2022)
- Özgüner S (2006) Tokat-Kazova koşullarında bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* desf.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Tokat*.
- Polat MS (2017) Makarnalık buğdayda kalite ve verim istikrarı. *Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, s. 81, 2017*.
- Sakin MA, Naneli İ, Özdemir K, Şahinter S (2016) Tokat-Zile Koşullarında Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Çeşit ve Hatlarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi\*. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 33(1): 149-161. <https://doi.org/10.13002/jafag977>
- Saldamlı İ (2007) *Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, ISBN: 978-975-491-385-9, Ankara, 398s*.
- Sulek A, Cacak-Pietrzak G, Rózewicz M, Nieróbcza A, Grabiński J, Studnicki M ... & Dziki D (2023) Effect of production technology intensity on the grain yield, protein content and amino acid profile in common and durum wheat grain. *Plants*, 12(2): 364.
- Taşdemir T (2010) Yapraktan mangan uygulamasının ekmeçlik ve makarnalık buğdaylara etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Eskişehir*.
- Türköz M, Mut Z (2017) Konya ekolojisinde bazı makarnalık buğday genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (2): 27- 36.

- Ünal S (2002) Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, s: 25-37: 3-4 Ekim, Gaziantep.
- Yang J., Wang J., Lu G., Fei S., Yan T., Zhang C., ... & Tang X (2021) TeaNet: Deep learning on Near-Infrared Spectroscopy (NIR) data for the assurance of tea quality. Computers and Electronics in Agriculture, 190, 106431.
- Yazar S, Karadoğan T (2008) Bazı makarnalık buğday genotiplerinin orta Anadolu bölgesinin taban ve kıraç arazi koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 32-41.
- Yiğit A. (2015) Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin protein, aminoasit dağılımı ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Aydın.



## Effect of Dynamic Irrigation Program on Corn Silage Quality

Özen KOBAK<sup>1</sup>, İsmail TAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Food Control Laboratory Directorate, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Çanakkale, Türkiye

**Abstract:** This research was conducted to determine the effects of dynamic irrigation program on corn silage quality. Different irrigation intervals (3, 6 and 9 days) and irrigation water levels (0.75, 1.00 and 1.25 times) were applied in the study. At the end of the research, the differences created by the dynamic irrigation program in silage quality parameters crude protein, crude ash, dry matter, ADF, NDF) were found to be significant (5% significance level). Crude protein ratios varied between 6.09-8.25%, crude ash ratios between 3.41-5.96%, dry matter ratios between 26.06-34.65%, Acid Detergent Fiber (ADF) ratios between 20.10-25.13% and Neutral Detergent Fiber (NDF) ratios between 33.66-38.09%. In corn production under similar conditions (climate, soil and variety), it was thought that it would be beneficial to apply 1.25 times the value of 6-day cumulative evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) corrected with the crop coefficient (K<sub>c</sub>) in Balıkesir-Manyas climate and clay-loam soil conditions in order to reach high values in crude protein, which is the main silage quality parameter.

**Keywords:** Silage quality, Protein, ADF, NDF

### Dinamik Sulama Programının Mısır Silaj Kalitesine Etkisi

**Öz:** Bu araştırma, dinamik sulama programının mısır silaj kalitesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada farklı sulama aralığı (3, 6 ve 9 gün) ve sulama suyu seviyeleri (0.75, 1.00 ve 1.25 katı) uygulanmıştır. Araştırma sonunda silaj kalite parametrelerinde, dinamik sulama programının oluşturduğu farklılıklar istatistiksel olarak önemli (%5 önem düzeyinde) bulunmuştur. Silaj kalite parametrelerinden ham protein oranı %6.09-8.25, ham kül oranı %3.41-5.96, kuru madde oranı %26.06-34.65, Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) oranı %20.10-25.13 ve Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) oranı %33.66-38.09 arasında değişim göstermiştir. Benzer koşullardaki (iklim, toprak ve çeşit) mısır üretiminde, silaj kalite parametrelerinin başında gelen ham proteinde yüksek değere ulaşmak için Balıkesir-Manyas iklim ve killi tın toprak koşullarında 6 günlük birikimli evapotranspirasyon (ET<sub>0</sub>) değerinin bitki katsayısı (K<sub>c</sub>) ile düzeltilmiş değerinin 1.25 katının uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Silaj kalitesi, Protein, ADF, NDF.

### INTRODUCTION

In agricultural production, which is one of the sectors that use the most water, it is necessary to select high-efficiency irrigation systems and optimize irrigation water. Among the options that producers can use to optimize water use, selection of the most easily accessible plant species tolerant to water stress and irrigation systems with high water use efficiency are the easiest alternatives. If producers prefer the drip irrigation method, they will have taken an important step towards optimizing both the irrigation water used and the energy cost used in production. It is emphasized that the deficit irrigation strategy can significantly minimize yield loss and increase water use efficiency when applied correctly at critical growth stages (Ali and Talukder, 2008; Kranz et al., 2008; Zhang et al., 2019a; Sullivan et al., 2023).

The yield and quality characteristics of silage corn are important parameters for evaluating feed value and determining the performance of livestock (Liu et al., 2018; Shi et al., 2012). Sustainable feed production also provides sustainable livestock. From this perspective, optimization of water in silage corn production naturally contributes to sustainable feed and livestock farming. Feed efficiency

determines the amount of dry matter that animals can use, and feed quality can affect animal growth and livestock products by affecting feed digestibility and energy intake (Coleman and Moore, 2003; Khan et al., 2012; Richman et al., 2015). To evaluate feed quality, researchers have developed quality parameters such as crude protein (CP), ether extract (EE), crude ash (Ash), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and nitrogen-free extract (NFE) (Carr et al., 2004; Grant et al., 2014; Zhang et al., 2018; Zhao et al., 2022). The Relative Feed Value (RFV) is a number found on a hay or pasture analysis. It is an end result of forage species, environmental conditions, water and fertilizer, and when a forage grower harvested the product. On a Dairy One/Equi-Analytical analysis it's at the very, VERY bottom of the page. What you need to know about RFV is that it's a calculation (Kasra, 2014). It's not extracted from the forage sample. It is calculated using

\* **Corresponding Author:** [tas.ismail@yahoo.com](mailto:tas.ismail@yahoo.com)

**The submitted date:** September 28, 2024

**The accepted date:** October, 10, 2024



Digestible Dry Matter as a function of Acid Detergent Fiber (ADF%) and Dry Matter Intake Potential as a function of Neutral Detergent Fiber (NDF%) - All of which are measurements of structural carbohydrates and, ultimately, the digestibility of the forage in question. The RFV is a rough estimate of how the forage will behave in your horse; will it make your animal gain weight, lose weight, or stay the same? It summarizes the fiber values (i.e. cellulose, hemicellulose and lignin) which dictate the health and happiness of your animal's microbiome. For this reason, the FDV value, which is one of the most important elements of feed quality, is also an important parameter in silage quality. In silage corn, forage yield and quality are greatly affected by sowing density (Marsalis et al., 2010), fertilization (Aydın and Uzun, 2005), harvest time (Bumb et al., 2016), irrigation (Karyoti et al., 2018; Zhang et al., 2019) and weed and pest control (Bailey et al., 2015). Inadequate/faulty irrigation often causes serious losses in yield and quality, while also increasing production costs. This leads to a decrease/reduction in the expected income from production. In optimizing irrigation water in agricultural production, different deficit irrigation strategies can be used to maximize production and profit. These strategies may include changing irrigation schedules, concentrating irrigation on critical crop growth stages, reducing irrigation rates, terminating irrigation early, or increasing irrigation efficiency in various ways, some of which provide economic benefits (Manning, 20018). In optimizing irrigation water, it may be more beneficial to focus on the quality parameters of the final product rather than the raw yield. Focusing on the desired product may be more beneficial in optimizing resources.

Since corn has a fast growth characteristic, it requires the implementation of a good irrigation program in its cultivation. Water deficit occurring at any time during the corn plant's growth period generally causes losses in grain yield. The amount of yield reduction depends on the plant's growth period and the length and severity of stress occurring during this period, as well as the plant variety's resistance to water stress (Lorens, 1987; Dağdelen et al., 2010). Different methods and tools are used in irrigation planning. Developing technology allows for the accurate instantaneous determination of irrigation times and irrigation water amounts for plants. In recent years, ETo values are calculated with different methods using measured climate parameters and are used in irrigation programming as irrigation water amount after being corrected with plant coefficients. Irrigation programming done in this way can be called dynamic irrigation programming. In this study, the reference ETo values

calculated with FAO Penman Monteith method from daily climate parameters measured at the meteorological station in the production area were corrected with the Kc of the corn plant (shown with ETc symbol after correction process) and the obtained values were applied as irrigation water at different rates (0.75, 1.00 and 1.25 times). The effect of the applications on the silage quality of corn grown as a second crop was investigated. In other words, the changes in the silage quality of the second-crop corn caused by the planned dynamic irrigation program with the specified features were investigated.

## MATERIAL and METHODS

### Materials

The study was carried out on the land of a producer engaged in extensive agriculture in Manyas, Balıkesir (Figure 1). The study area is located at 40° 02' latitudes and 27° 51' longitudes. The altitude is 52 m.



Figure 1. Study area

### Irrigation Water and Soil Properties

Irrigation water was supplied from an underground water well and its properties are given in Table 1. The electrical conductivity value of the irrigation water was calculated as 782  $\mu\text{mhos/cm}$ , pH as 7.25 and SAR as 0.44 and its class was determined as SA3A1. There is no limitation in terms of corn production in terms of irrigation water properties.

The results of the analyses performed on soil samples taken from the plots (up to 120 cm depth) are given in Table 2. While the soils have a loamy texture at 0-30 cm depth, they showed a clayey texture towards the lower layers. The organic matter content is 21.23% in the surface soil (0-30 cm), decreasing with increasing depth. The reason for the high organic matter rate is that the field previously has been used for paddy farming for 15 years. In addition, there is no drainage inadequacy, groundwater and soil salinity problem in the field.

**Table 1.** Analysis results of irrigation water in the experimental area

EC µmhos/cm	pH	Cations (me/l)				Anions (me/l)				Na (%)	SAR	Class
		Na	K	Ca	Mg	CO <sub>3</sub>	HO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>			
782	7.25	0.94	0.06	5.8	3.1	-	2.8	1.5	5.6	0.09	0.44	SA3A <sub>1</sub>

**Table 2.** Some physical and chemical properties of the soil samples

Depths	cm				Aver
	0-30	30-60	60-90	90-120	
Sand (%)	38.33	32.83	35.54	36.48	35.80
Clay (%)	22.19	29.07	27.76	30.46	27.37
Silt (%)	39.49	38.1	36.71	33.07	36.84
Texture	Loamy	Clay-Loam	Clay-Loam	Clay-Loam	Clay-Loam
Dew (%)	70	65	58	55	62
pH	7.35	7.59	7.52	7.39	7.46
EC (dS/m)	0.98	0.84	0.87	0.84	0.88
Lime (%)	3	3	3	3	3.00
Organic Matter (%)	21.23	18.99	13.12	12.99	16.58
P (kg/da)	0.318	0.147	0.149	0.128	0.19
K (kg/da)	68	28	27	24	36.75
Field Capacity (p/w)	41.13	39.84	38.30	35.73	38.75
Wilting Point (p/w)	17	17.3	19.81	19.38	18.37
Volume Weight (g/cm <sup>3</sup> )	1.2	1.19	1.16	1.18	1.18

### Climate of the Research Area

The parameters measured by the automatic climate station located near the research area are presented in Table 3 as 10-day averages. Reference evapotranspiration values were calculated using these values.

**Table 3.** Climatic parameters measured during the production period

Tarih	T <sub>mean</sub> (°C)	P (mm)	U <sub>2</sub> (m/s)	Ra (W/m <sup>2</sup> )	RH (%)	ET <sub>0</sub> (mm)
1-9 July	25.27	0.00	1.22	303.78	65.11	5.50
10-19 July	25.07	0.00	0.82	292.95	67.62	5.06
20-31 July	25.29	0.00	1.25	284.61	65.19	5.20
1-9 August	26.81	0.04	1.14	250.68	73.07	4.73
10-19 August	23.97	0.02	1.22	220.25	69.92	4.07
20-31 August	24.39	0.00	1.06	215.25	71.82	3.84
1-9 September	23.44	0.00	0.95	201.04	67.98	3.55
10-19 September	22.22	1.66	0.71	173.08	65.60	2.84
20-30 September	15.74	0.46	0.44	142.15	77.84	1.91

### Crop

The corn variety used in the study was the Hido corn variety belonging to May Seed Co. The variety is included in the FAO 7000 maturation group. It has an average development period of 100-110 days. Under ideal conditions, silage contains 9% crude protein and around 30% starch. Sowing density is recommended as 70 cm between rows and 13 cm between seeds. Soil selectivity is quite low (Anonymous, 2019).

### Cultural Practices

Composite 15-15-15 fertilizer was applied as base fertilizer during planting. Fertilization was done as 30 kg of pure nitrogen per decare in total. The remaining nitrogen amount

from base fertilization was divided into three equal parts in the form of urea and applied with a drip irrigation system. Hoeing was done in three different time periods to combat weeds throughout the study and insecticide applications were made as needed for pest control.

### Method

#### Experimental Design and Irrigation Applications

Experiments were conducted in randomized blocks - split plots experimental design with 3 replications as shown below. In the study, 3 different irrigation intervals (3, 6 and 9 days) and 3 different levels (0.75, 1.00 and 1.25 times) of evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) values calculated by correcting ET<sub>0</sub> with K<sub>c</sub> calculated by FAO Penman Monteith method were

applied. Kc values were taken from the “Plant Water Consumption of Irrigated Plants in Türkiye” guide. The Kc values used in the calculations are 1st period: 0.23, 3rd period: 1.21 and 4th period: 0.52, respectively, according to their periods. In the first irrigation, the current soil moisture determined from the soil sample taken from the field was increased to field capacity. The next irrigation was applied approximately 3 weeks later. Thematic irrigations were started when the plants had 3-4 leaves.

Experimental treatments were arranged as follows:

SA3-0.75 Treatment with 0.75 times of the ETC value applied every 3 days

SA3-1.00 Treatment with 1.00 times of the ETC value applied every 3 days

SA3-1.25 Treatment with 1.25 times of the ETC value applied every 3 days

SA65-0.75 Treatment with 0.75 times of the ETC value applied every 6 days

SA6-1.00 Treatment with 1.00 times of the ETC value applied every 6 days

SA9-0.125 Treatment with 1.25 times of the ETC value applied every 6 days

SA9-0.75 Treatment with 0.75 times of the ETC value applied every 9 days

SA9-1.00 Treatment with 1.00 times of the ETC value applied every 9 days

SA9-1.25 Treatment with 1.25 times of the ETC value applied every 9 days

#### Silage Quality Analysis

After the corn plant was brought to the laboratory environment, it was crushed with a corn grinder and vacuumed in a vacuum machine and kept in the dark for 60 days. At the end of the period, the vacuum packages were opened and the samples were analyzed in 3 repetitions after being homogenized.

**Crude Protein Ratio:** The samples were analyzed with the kjeldahl method in the kjeldahl device and the results were expressed as % (Waddell, 1956).

**Crude Ash Ratio:** For the determination of crude ash, 1 g of the samples were weighed in a porcelain crucible and then ashed at 550 °C for 8 hours in a muffle furnace and calculated as % (Molina and Poole, 2004).

**Dry Matter Ratio:** After the fresh weights of the silage samples were determined, their moisture content was removed in the oven at 75 °C for 72 hours and their dry weights were also determined. The weighing results were calculated as % dry matter ratios using the formula below (Acar and Yildirim, 2001).

$$\% \text{Dry Matter} = \frac{\text{Final Weighing} - \text{Tare}}{\text{Sample Weighing} - \text{Tara}} * 100$$

$$\% \text{Moisture} = 100 - \% \text{Dry Matter}$$

**Acid Detergent Fiber Ratio:** To determine the Acid Detergent Insoluble Fiber (ADF) ratio, the samples were passed through a 1 mm diameter sieve and analyzed in the 200 Fiber Analyzer Ankom device (Van-Soest, 1963).

**Neutral Detergent Fiber Ratio:** To determine the Neutral Detergent Insoluble Fiber (NDF) ratio, the samples were passed through a 1 mm diameter sieve and analyzed in the 200 Fiber Analyzer Ankom device (Van-Soest, 1967).

**Relative Feed Value (RFV):** RFV has been a long-standing metric for assessing and comparing the quality of hays and silages. This index is derived from two key components: it evaluates the digestible dry matter (DDM) based on Acid Detergent Fiber (ADF), and estimates the potential dry matter (DM) intake as a percentage of body weight (BW) using Neutral Detergent Fiber (NDF). The final RFV is computed by multiplying the DDM by the dry matter intake (DMI expressed as a percentage of BW), and then dividing the result by 1.29, as described by Moore and Undersander (2002) in their publication.

$$\text{DDM} = \text{Digestible Dry Matter} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$\text{DMI} = \text{Dry Matter Intake (\% of BW)} = 120 / (\% \text{ NDF})$$

$$\text{RFV} = (\text{DDM} \times \text{DMI}) / 1.29.$$

**Table 4.** Relative Feed Value and Degree of Quality (Moore and Undersander 2002)

Quality Standards	RFV
Prime (Prime)	>151
1 (Premium)	150-125
2 (Good)	124-103
3 (Fair)	102-87
4 (Poor)	86-75
5 (Reject)	<74

#### Statistical Analysis

The values obtained from the study were analysed in the JMP statistics program. The significant parameters in the variance analysis results were compared with the t-test. In addition, the graphs were prepared in the MS Office-Excel program.

## RESULTS and DISCUSSION

### Crude Protein Ratio

When evaluated in general, a reduction in irrigation interval and irrigation water amount or an excessive amount of application caused a decrease in protein ratio. The differences in silage crude protein content caused by the applications were determined to be significant at 1% significance level (Table 5). Crude protein ratios varied between 6.09-8.25% (Figure 2). The highest crude protein ratio was obtained as 8.25% in SA6-1.25, followed by SA6-1.00 with 8.18%. The lowest average crude protein ratio was

determined as 6.09% in SA3-0.75. The research results are consistent with other studies. Akdeniz et al. (2004) obtained similar results under ecological conditions of Van province

(5.52-8.17%), Karayığit (2005) in Kahramanmaraş province ecological conditions (5.78-6.41%) and Kabakçı (2014) in Iğdır ecological conditions (4.8-7.0%).

Table 5. Effect of irrigation intervals and amounts on corn silage quality parameter

Treatment	Irrigation Water Amounts (mm)	ETa (mm)	Crude Protein Ratio (%)	Crude Ash Ratio (%)	Dry Matter Ratio (%)	ADF (%)	NDF (%)	Relative Feed Value
SA3-0.75	293.7	320	6.09 <sup>e</sup>	5.96 <sup>a</sup>	26.06 <sup>b</sup>	23.71 <sup>c</sup>	36.75 <sup>c</sup>	224
SA3-1.00	391.6	419	6.36 <sup>de</sup>	4.63 <sup>b</sup>	31.20 <sup>a</sup>	23.29 <sup>d</sup>	37.32 <sup>b</sup>	215
SA3-1.25	489.5	520	6.34 <sup>de</sup>	3.41 <sup>c</sup>	31.77 <sup>a</sup>	21.33 <sup>e</sup>	35.34 <sup>e</sup>	234
SA6-0.75	293.7	350	7.87 <sup>b</sup>	3.67 <sup>bc</sup>	34.65 <sup>a</sup>	20.1 <sup>g</sup>	33.66 <sup>h</sup>	245
SA6-1.00	391.6	466	8.18 <sup>a</sup>	3.98 <sup>bc</sup>	32.96 <sup>a</sup>	20.61 <sup>f</sup>	34.70 <sup>f</sup>	233
SA6-1.25	489.5	570	8.25 <sup>a</sup>	3.52 <sup>bc</sup>	31.71 <sup>a</sup>	24.6 <sup>b</sup>	36.83 <sup>c</sup>	221
SA9-0.75	293.7	365	6.85 <sup>c</sup>	4.48 <sup>bc</sup>	31.91 <sup>a</sup>	21.62 <sup>e</sup>	34.43 <sup>g</sup>	235
SA9-1.00	391.6	475	6.40 <sup>d</sup>	4.17 <sup>bc</sup>	33.40 <sup>a</sup>	25.13 <sup>a</sup>	38.09 <sup>a</sup>	215
SA9-1.25	489.5	582	6.15 <sup>de</sup>	3.67 <sup>bc</sup>	31.79 <sup>a</sup>	20.39 <sup>fg</sup>	36.45 <sup>d</sup>	223

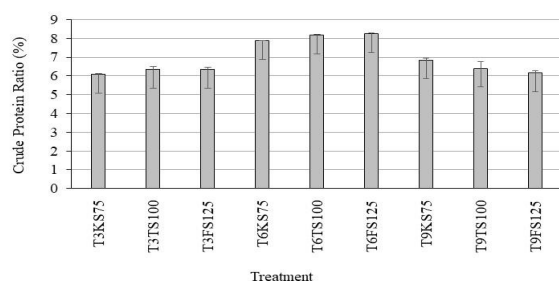


Figure 2. Change in crude protein contents of the treatments

#### Crude Ash Ratio

When evaluated in general, increasing irrigation water amounts caused a decrease in the crude ash ratios. The results of statistical analysis regarding the changes in silage crude ash ratios caused by irrigation water levels and irrigation intervals are shown in Table 5. As a result of the observations, the average crude ash ratios varied between 3.41-5.96% (Figure 3). The highest average crude ash ratio was obtained as 4.67% in the SA3 irrigation interval, followed by 4.1% in the SA9 irrigation interval. The lowest average crude ash ratio was determined as 3.73% in the SA6 irrigation interval. The highest average crude ash ratio was determined in KS75 irrigation water levels, while the lowest average crude ash ratio was determined in FS125 irrigation water levels. The obtained results are consistent with the results obtained in the study conducted by Erdal et al. (2009) in Antalya province ecological conditions (4.18-6.91%) and in the study conducted by Okan (2015) in Diyarbakir ecological conditions (3.25-8.14%).

#### Dry Matter Ratio

When evaluated in general, increasing irrigation water amounts caused a decrease in Dry Matter (DM) ratios. Average Dry Matter (DM) ratios in the study varied between 26.06-34.65% (Figure 4). Statistical analysis results regarding changes in silage dry matter ratios caused by irrigation water

levels and irrigation intervals are shown in Table 4. DM ratios measured in the study varied between 26.06-34.65% (Figure 4).

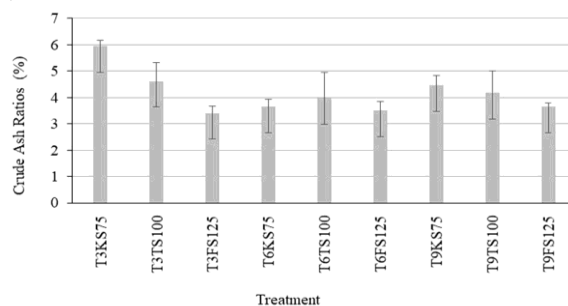


Figure 3. Change in crude ash ratios of the treatments

While the highest average dry matter ratio was obtained as 34.65% in SA6-0.75 treatment, this was followed by SA9-1.00 treatment with 33.40%. The lowest average dry matter ratio was determined as 26.06% in SA3-0.75 treatment. The results obtained are similar to the results obtained by İptaş and Avcıoğlu (1997) in the ecological conditions of Tokat province (18.5-26.3%), by Sade et al. (2002) in the ecological conditions of Konya province (29.25-38.24%) and by Geren et al. (2003) in the ecological conditions of İzmir province (21.16-26.18%).

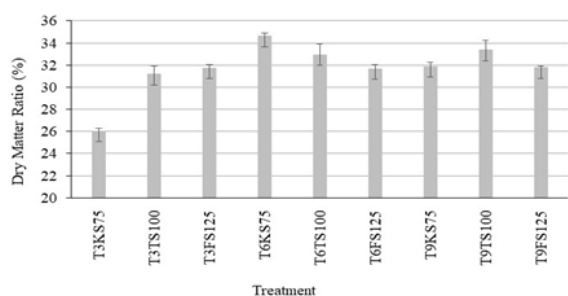


Figure 4. Change in dry matter ratios of the treatments

**Acid Detergent Insoluble Fiber**

Average Acid Detergent Insoluble Fiber (ADF) values in the study varied between 20.10-25.13% (Figure 5). In general, it can be said that increasing irrigation water amounts caused a decrease in the ADF content of corn silage. The statistical comparison results of irrigation water levels and irrigation intervals regarding the ADF content of silage are given in Table 4. The highest ADF value was 25.13% in SA9-1.00 and the lowest average ADF rate was determined as 20.1% in SA6-0.75. The results obtained from the study are consistent with the results obtained by Okan (2015) in Diyarbakir province ecological conditions (21-29.9%), and Öz et al., (2012) in Samsun-Çarşamba conditions (20.38-30.76%).

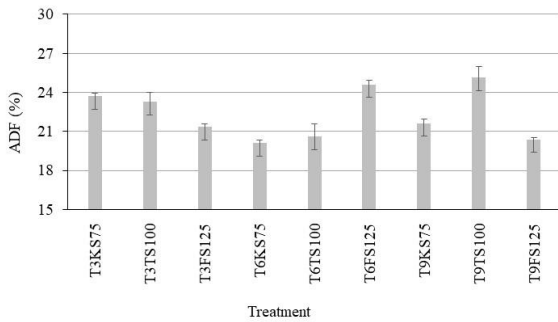


Figure 5. Change in ADF content of the treatments

**Neutral Detergent Insoluble Fiber**

In the study, the average Neutral Detergent Insoluble Fiber (NDF) values varied between 33.66-38.09% (Figure 6). The statistical comparison results of irrigation water levels and irrigation intervals regarding the change in the NDF content of silage are given in Table 4. According to the t-test results of the average values of the subjects, the highest average NDF value was obtained from the SA9-1.00 treatment (38.09%), while the lowest average NDF rate was obtained from the SA6-0.75 treatment (33.66%). The results obtained were found to be slightly lower than the results obtained by Cengiz et al. (2011) in Sakarya conditions (41.7-47.9%), Öz et al. (2012) in Samsun-Çarşamba conditions (43.07-57.66%) and Güney et al. (2010) in Erzurum conditions (44.98-56.98%). The reason for this is thought to be the difference

**CONCLUSION**

Irrigation interval and irrigation water amount significantly affected the silage quality of corn. In general, 6-day irrigation interval (SA6) provided the highest crude protein rates. The highest crude protein rate was determined in 6-day irrigation interval and in full water (1.00) requirement (8.18%) and excess water (1.25) applications (8.25%). Low ADF and NDF values generally mean better digestibility. The lowest ADF (20.10%) and NDF (33.66%) values were

in vegetation and harvest periods and also the variety difference.

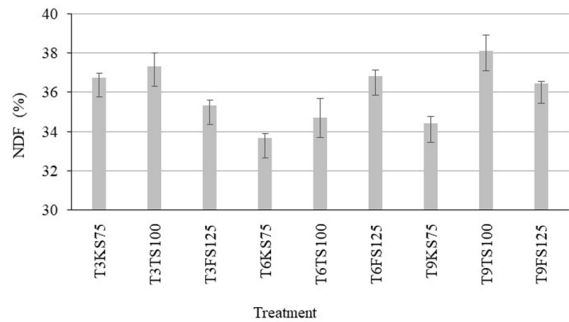


Figure 6. Change in NDF contents of the treatments

**Relative Feed Value**

One of the parameters taken into consideration in determining the forage quality is the RVF value. The RVF values of the subjects varied between 169-202 (Figure 7 and Table 4). The highest RVF value was obtained from the T6KS75 subject and the lowest values were obtained from the T3TS100 and T9TS100 subjects. Dunham (1998) examined the RFVs of some forage crops at different growth stages and reported that the RFV value of corn silage (well-eared one) increased up to 133 (first-class quality). Kasra (2014) calculated the RFV values between 74-121 in the study he conducted in Kahramanmaraş conditions and in different regions and varieties. It is thought that the reason for the high values obtained in the study is the high ADF content and low NDF content.

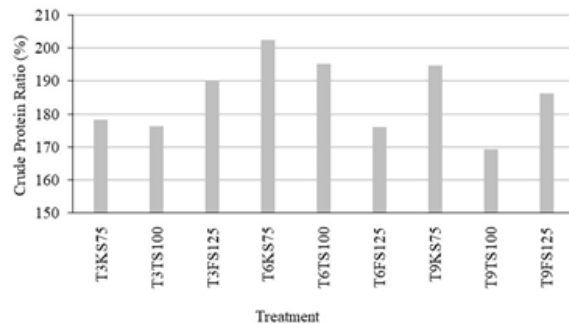


Figure 7. Change in RVF values of the treatments

obtained in SA6-0.75 application in the study. Frequent irrigation led to higher ash content. The highest crude ash content was observed in SA3-0.75 application (5.96%). In the case of dynamic irrigation program application in the production of 2nd crop silage corn in Manyas district of Balikesir province, it was shown that 6-day irrigation interval generally provided the best silage quality. SA6-1.00 and SA6-1.25 treatments stand out with their high protein content and acceptable ADF/NDF values. As a result, in corn silage production, 6-day irrigation interval and full water

requirement (1.00) and excess water (1.25) applications yielded the best results in terms of protein content and digestibility. However, considering water saving, SA6-1.00 application (391.6 mm irrigation water) can be considered as the optimum option. This application provided high protein content, reasonable dry matter content and good ADF/NDF values. In corn production under similar conditions (climate, soil and variety), it was thought that it would be beneficial to apply 125% of the cumulative ET<sub>c</sub> value every 6 days to ensure high silage quality.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Research materials (Drip Irrigation System) was supplied by ISKO Plastik (SUNSTREAM). Authors thank them for their contribution to the study.

#### REFERENCES

- Acar R, Yıldırım Aİ (2001). Farklı Bitki Sıklıklarının Süpürge Darısında Ot Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(27):128-133.
- Akdeniz H, Yılmaz İ, Andiç N, Zorer Ş (2004). Bazı mısır çeşitlerinde verim ve yem değerleri üzerine bir araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(1): 47-51.
- Ali MH, Talukder MSU (2008). Increasing water productivity in crop production—A synthesis. *Agric. Water Manag.* 95: 1201–1213. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.008>
- Anonymous (2019). <http://www.may.com.tr/urun/hido>
- Aydın I, Uzun F (2005). Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. *Eur J Agron* 23: 8–14.
- Bailey RR, Butts TR, Lauer JG, Laboski CAM, Kucharik CJ, Davis VM (2015). Effect of weed management strategy and row width on nitrous oxide emissions in soybean. *Weed sci* 63:962–971.
- Bumb I, Garnier E, Bastianelli D, Richarte J, Bonnal L, Kazakou E (2016). Influence of management regime and harvest date on the forage quality of rangelands plants: the importance of dry matter content. *AoB Plants* 8:plw045. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plw045>
- Carr PM, Horsley RD, Poland WW (2004). Barley, oat, and cereal-pea mixtures as dryland forages in the northern great plains. *Agron Journal* 96:677–684.
- Cengiz R, Sezer MC, Duman A, Doğru Ö, Özbey AE, Akarken N, Esmeray M, Hanoğlu H (2011). Bazı kendilenmiş mısır hatlarının silajlık mısır ıslahında değerlendirilmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:449-452, Bursa.
- Coleman SW, Moore JE (2003). Feed quality and animal performance. *Field Crops Res* 84:17–29.
- Dağdelen N, Akçay H, Sezgin F, Ünay A, Gürbüz T (2010). Farklı sulama rejimleri altında silajlık mısırın su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*,7(1): 55-64.
- Dunham JR (1998). Relative Feed Value Measures Forage Quality. *Forage Facts* 41. KState AES and CES.
- Erdal Ş, Pamukçu M, Ekiz H, Soysal M, Savur O, Toros A (2009). Bazı silajlık mısır çeşit adaylarının silajlık verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1):75-81.
- Geren H, Avcioğlu R, Kır B, Demiroğlu G, Yılmaz M, Cevheri AC (2003). İkinci ürün silajlık olarak yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(3): 57-64.
- Grant K, Kreyling J, Dienstbach LFH, Beierkuhnlein C, Jentsch A (2014). Water stress due to increased intra-annual precipitation variability reduced forage yield but raised forage quality of a temperate grassland. *Agric Ecosyst Environ* 186: 11–22.
- Güney E, Tan M, Gül ZD, Gül İ (2010). Erzurum şartlarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2): 105-111.
- İptaş S, Avcioğlu R (1997). Mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum sudanotu melezi bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri, Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildiri Kitabı, Hasad Yayıncılık, 42-51.
- Kabakçı S (2014). İçdir ekolojik şartlarına uygun silajlık mısır çeşitlerinin belirlenmesi. İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İçdir.
- Karayiğit İ (2005). Farklı olgunluk dönemlerindeki bazı melez mısır çeşitlerinin silaj kalitesi üzerine araştırmaları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Karyoti A, Bartzialis D, Sakellariou-Makrantonaki M and Danalatos N (2018). Effects of irrigation and green manure on corn (*Zea mays* L.) biomass and grain yield. *J Soil Sci Plant Nutr* 18: 820–832.
- Kasra AAA (2014). The physical and fermentation properties of various silages produced in commercial farms from different provinces of Kahramanmaraş. Kahramanmaraş Sütçü İmam University. Graduate School Of Natural And Applied Science. Master Of Science Thesis.

- Khan NA, Tewoldebrhan TA, Zom RLG, Cone JW, Hendriks WH (2012). Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95:1472–1483.
- Kranz WL; Irmak S; Van Donk SM, Yonts CD, Martin DL (2008). *Irrigation Management for Corn; G1850; University of Nebraska Extension: Lincoln, NE, USA, 2008; Available online: <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1850.pdf> (accessed on 15 May 2019).*
- Liu YH, Guo M, Jia SL, Yin JG (2018). Advance on the factors effecting on maize forage nutritive value (in Chinese). *Crops* 5:6–10.
- Lorens GF (1987). Differences in Drought Resistance between two ComHybrids II. Component Analysis and Growth Rates. *Argon. Journal*, 79:802-807.
- Manning DT, Lurbe S, Comas LH, Trout TJ, Flynn N, Fonte SJ (2018). Economic viability of deficit irrigation in the Western US. *Agric. Water Manag.* 196:114–123.
- Marsalis MA, Angadi SV, Contreras-Govea FE (2010). Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Res* 116: 52–57.
- Molina A, Poole C (2004). A comparative study using two methods to produce zeolites from fly ash. *Minerals Engineering*, 17(2):167-173.
- Moore JE, Undersander DJ (2002). Relative Forage Quality: A Proposal for Replacement for Relative Feed Value. 2002 Proceedings National Forage Testing Association.
- Okan M (2015). Diyarbakır Bismil koşullarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Bingöl Üniversitesi).
- Öz A, İptaş S, Yavuz M, Kapar H (2012). Silajlık hibrit mısır ıslahına uygun kendilenmiş hatların belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1):42-46.
- Richman SE, Leafloor JO, Karasov WH, McWilliams SR (2015). Ecological implications of reduced forage quality on growth and survival of sympatric geese. *J Anim Ecol* 84:284–298.
- Sade B, Akbudak MA, Acar R, Arat E (2002). Konya Ekolojik Şartlarında Silajlık Olarak Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 12 (1): 17-22.
- Shi Y, Ma YL, Ma WH, Liang CZ, Zhao XQ, Fang JY, He JS (2012). Large scale patterns of forage yield and quality across Chinese grasslands. *Chin Sci Bull* 58:1187–1199.
- Sullivan T, Yost MA, Boren D, Creech E, Kitchen B, Violett R, Barker B (2023). Impacts of Irrigation Technology, Irrigation Rate, and Drought-Tolerant Genetics on Silage Corn Production. *Agronomy*, 13:1194. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051194>
- Van-Soest PJ (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, 2, A rapid method for the determination of fiber and lignin, *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 46:829-835.
- Van-Soest PJ (1967). Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages, *Journal of animal Science*, 26(1): 119-128.
- Waddell WJ (1956). A simple ultraviolet spectrophotometric method for the determination of protein. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, 48(2): 311-314.
- Zhang G, Shen D, Ming B, Xie R, Jin X, Liu C, Hou P, Xue J, Chen J, Zhang W, Liu W, Wang K, Li S (2019a). Using irrigation intervals to optimize water-use efficiency and maize yield in Xinjiang, northwest China. *Crop J* 7 (3):322–334.
- Zhang H, Han M, Comas LH, DeJonge KC, Gleason SM, Trout TJ, Ma L (2019b). Response of maize yield components to growth stage-based deficit irrigation. *Agron. J. Climatol. Water Manag.* 111:3244–3252.
- Zhang J, Iwaasa AD, Han G, Gu C, Wang H, Jefferson PG, Kusler J (2018). Utilizing a multi-index decision analysis method to overall assess forage yield and quality of C3 grasses in the western Canadian prairies. *Field Crops Res*, 222:12–25.
- Zhao M, Feng Y, Shi Y, Shen H, Hu H, Luo Y, Xu L, Kang J, Xing A, Wang S, Fang J (2022). Yield and quality properties of silage maize and their influencing factors in China. *Sci. China Life Science*, 65:1655–1666. <https://doi.org/10.1007/s11427-020-2023-3>

# Türkiye'de Özelleştirme Sonrası Tütün Üreticilerinin Sosyo-Ekonomik Değişimleri

Necmettin TEKDEMİR<sup>1</sup> Özdal KÖKSAL<sup>2</sup> İlkey DELLAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye

**Öz:** Bu araştırmanın amacı, TEKEL'in özelleştirilmesinden sonra yazılı sözleşme ile tütün üretimine devam eden ve tütün üretiminden vazgeçip alternatif ürünlere yönelen üreticilerin sosyal ve ekonomik yapılarındaki değişimleri belirlemektir. Araştırma kapsamında, tütün üretiminin yoğun olduğu Adıyaman, Manisa ve Samsun illerinde basit ve tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen toplam 276 üreticilere anket çalışması uygulanmıştır. Anket çalışması Mayıs-Kasım 2018 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Üreticilerin karşılaştıkları sosyal ve ekonomik değişiklikleri analiz etmek için Veri Madenciliği yöntemlerinden CHAID Algoritması kullanılmıştır. Bu yöntemde bağımlı değişken olarak tütün yetiştiriciliği yapısı yapmama durumu, bağımsız değişkenler olarak ise bireysel özellikler, işletme özellikleri ve bilgi kaynakları ele alınmıştır. Sonuçlara göre, tütün üretiminden vazgeçen üreticilerin büyük bir kısmının TEKEL'in özelleştirilmesinden sonra üretimi bıraktığı belirlenmiştir: Adıyaman'da %81.2, Manisa'da %86.7 ve Samsun'da %77.3. Manisa ve Samsun'da tütün üretimine devam eden üreticilerin, üretimi bırakanlara göre daha düşük ve yetersiz gelire sahip oldukları, tarım dışı gelirlerinin daha az olduğu, daha yaşlı oldukları ve yabancı iş gücüne daha fazla ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Tütün üreticileri ve sektörde çalışanların desteklenmesi amacıyla, ulusal bir tütün politikası oluşturup Tütün Fonu veya benzeri bir uygulamayı yeniden hayata geçirilmesi gerekir.

**Anahtar kelimeler:** Tütün, Alternatif Ürün, Davranış Değişikliği, CHAID

## Socio-Economic Changes of Tobacco Producers After Privatization in Türkiye

**Abstract:** The aim of this study is to determine the changes in the social and economic structures of producers who continued tobacco production with written contracts after the privatization of TEKEL and those who quit tobacco production and turned to alternative products. Within the scope of the research, a survey was conducted with a total of 276 producers selected by simple and stratified random sampling methods in the provinces of Adıyaman, Manisa, and Samsun, where tobacco production is intensive. The survey was carried out between May and November 2018. The CHAID Algorithm, one of the Data Mining methods, was used to analyze the social and economic changes faced by the producers. In this method, the dependent variable is whether or not tobacco cultivation is performed, and the independent variables are individual characteristics, farm features, and information sources. According to the results, it was determined that a large proportion of producers who quit tobacco production did so after the privatization of TEKEL %81.2 in Adıyaman, %86.7 in Manisa, and %77.3 in Samsun. It was found that producers who continued tobacco production in Manisa and Samsun had lower and insufficient incomes compared to those who quit, had less non-agricultural income, were older, and required more foreign labor. In order to support tobacco producers and sector employees, it is necessary to establish a national tobacco policy and reinstate the Tobacco Fund or a similar mechanism.

**Keywords:** Tobacco, Alternative Product, Behavioral Change, CHAID

## GİRİŞ

Tütün, dünya genelinde yaklaşık 130 ülkede üretilen ve ekonomik değeri yüksek bir tarım ürünüdür. Üretim alanları ve tütün tipleri, toprak yapısı, sulama imkânları, iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Türkiye'de tütün üretimi, kullanımı ve ticareti Osmanlı İmparatorluğu dönemine kadar uzanmaktadır. Tütün, 1601-1605 yılları arasında İngiliz ve Venedik gemicileri aracılığıyla İstanbul'a getirilmiş ve 1678 yılında vergiye tabi tutulmaya başlanmıştır (Ceylan, 1995). 19. yüzyılda tütünle ilgili kanuni düzenlemeler yapılmış, tütün gümrükleri kurulmuş ve 1862'de tütün inhisar idaresi kabul edilmiştir.

1872 yılında Devlet İnhisarı kurulmuş, 1883'te Fransız Reji Şirketi tütün inhisarının işletme hakkını almış ve bu hak 1923'e kadar sürmüştür. Cumhuriyetin kuruluşundan sonra, 1925'te "Devlet Tütün İnhisarı Kanunu" çıkarılmış ve 1930'da 1701 sayılı kanunla tütün tekelinin kuruluşu gerçekleşmiştir. Böylece tütün, tuz ve alkollü içkiler tekelleri devlet kontrolü

altında birleştirilmiş ve TEKEL adı altında kurumsallaşma başlamıştır. 1980'li yıllarda hız kazanan serbest piyasa ekonomisi uygulamaları, tarım sektörü de dahil olmak üzere birçok sektörü etkilemiştir. Bu süreçte, 2001 yılında TEKEL özelleştirme kapsamına alınmış ve 2002'de çıkarılan 4733 sayılı Kanun ile tütün sektöründe yeni bir dönem başlamıştır. Bu kanunla TEKEL'in özelleştirilmesinin önündeki hukuki engeller kaldırılmış, destekleme alımlarına son verilmiş ve Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu (TAPDK) kurulmuştur. Kanunun gerekçesinde, sektörün verimliliğinin artırılması, serbest rekabetin tesisi ve sermayenin tabana yaygınlaştırılması amaçlanmıştır.

**\*Sorumlu Yazar:** [okoksal@ankara.edu.tr](mailto:okoksal@ankara.edu.tr)

Bu çalışma Necmettin Tekdemir'in doktora tezinin verilerine dayanmaktadır.

**Geliş Tarihi:** 9 Ekim 2024

**Kabul Tarihi:** 18 Aralık 2024



Türkiye'de sözleşmeli üretim kapsamında tütün üretimi, altı coğrafi bölgede, 22 ilde ve 1,685 köy/mahallede gerçekleştirilmektedir. 2020 yılında 43,907 üretici, 817,279 dekar alanda 65,406 ton tütün üretmiş ve yaklaşık 1.5 milyar TL gelir elde etmiştir. 2021 yılında Türkiye'nin tütün ihracat geliri yaklaşık 258 milyon dolar iken, ithalatı 510 milyon dolar olmuştur. Tütün sanayi, 2022 itibarıyla 21 binden fazla kişiye doğrudan, 223,000 tütün mamulü ve alkollü içki satıcısına ise dolaylı istihdam sağlamaktadır (Anonim, 2022a; Anonim, 2022b).

Son yıllarda tütün ürünlerinin kullanımının kısıtlanmasına yönelik kanuni düzenlemeler, Dünya Sağlık Örgütü'nün Tütün Kontrolü Çerçeve Sözleşmesi kapsamında uluslararası bir boyut kazanmıştır. Türkiye, 28 Nisan 2004 tarihinde bu sözleşmeyi imzalayarak taraf olmuştur. Tütün sektörü, 2000'li yıllarda 400 bin ailenin, günümüzde ise yaklaşık 50 bin ailenin geçim kaynağı olmasıyla Türkiye için önemli bir yere sahiptir. Ülkenin dış ticaretinde zaman zaman önemli bir rol oynayan tütün sektörü, on binlerce çalışana istihdam sağlamaktadır. Ayrıca, tütün mamullerinden alınan Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) gelirlerinin toplam ÖTV gelirleri içindeki payı 2003'te %20 iken, 2021'de %33'e ulaşmıştır. Bu veriler, tütün sektörünün ülke ekonomisine ve kamu maliyesine sağladığı katkının büyüklüğünü göstermektedir (Anonim, 2022a).

Türkiye'de tütün üretimi ve piyasasına ilişkin araştırmalar 1980'lerden 2020'lere kadar uzamaktadır. Bu çalışmalar, tütün politikalarının gelişimi, üretim alanlarının sınırlandırılması, destekleme fiyatları, AB uyum süreci, özelleştirmenin etkileri ve alternatif tarımsal faaliyetler gibi konuları ele almıştır (Ağmaz, 1981; Işıklı ve ark., 1981; Semerci, 1994; Ceylan, 1995; Sapan, 1997; Güler, 1999; Özerin ve Işın, 1999; Gümüş ve Güler, 2000; Gümüş, 2001; Gümüş, 2003; Koçtürk ve Cebeci, 2003; Baş, 2004; Doğan, 2004; Ataseven, 2005; Gül, ve ark., 2009; Gümüş, 2009; Alıcı, 2010; Karadağ, 2010; Kavak, 2010; Özdemir, 2010; Aytaç, 2011; Orman, 2011; Uznay, 2013; Yılmaz, 2019). Araştırmalar, tütün sektöründeki dönüşümlerin üreticiler üzerindeki etkilerini, üretim planlamasının önemini ve piyasada yaşanan sorunlara yönelik çözüm önerilerini incelemiştir. Yapılan saha araştırmaları genellikle tütün sektöründe yaşanan liberalleşme ve özelleştirme süreçlerinin üreticiler üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulayarak, alternatif politikaların ve üretim modellerinin geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu araştırmada, tütün sektöründeki politik ve ekonomik değişimlerin üreticiler üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, sektöre ve politikacılara yol gösterici olmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda, Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler ve ulusal tütün kontrol programları çerçevesinde, tütün üretiminden vazgeçen üreticilere

yönelik sürdürülebilir politikaların geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## **MATERYAL VE YÖNTEM**

Araştırmanın amaçlarına ulaşmak için öncelikle ilgili literatür incelenmiş ve gerekli verilerin elde edilmesi için izlenecek yöntemler belirlenmiştir. Temel istatistiksel verilerin derlenmesinde TAPDK ve TÜİK verilerinden faydalanılmıştır. Türkiye'de 2014 ürün yılında tütün üretimi altı bölgede gerçekleştirilmiştir. Bu bölgeler ve üretim payları şöyledir: Ege Bölgesi: %69.25 (Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak), Karadeniz Bölgesi: %17.04 (Amasya, Samsun, Tokat), Güneydoğu Anadolu Bölgesi: %6.01 (Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt), Marmara Bölgesi: %3.86 (Balıkesir, Bursa, Çanakkale), Akdeniz Bölgesi: %3.57 (Hatay), Doğu Anadolu Bölgesi: %0.27 (Bitlis, Muş) (Anonim, 2015).

Araştırmada popülasyon belirlenirken, 2014 yılında Tütün Ticaret Yetki Belgesi (TTYB) sahibi gerçek ve tüzel kişilerin yazılı sözleşme ile satın aldığı tütünlere ait veriler kullanılmıştır. Sözleşme dışı üretim kapsam dışı bırakılmıştır. Araştırma alanı olarak belirlenen Manisa, Adıyaman ve Samsun illerindeki tütün üreten üreticilerin oranı, toplam tütün üreten üreticilerin %49.7'sidir. Böylece 3 ilde toplam 32.369 tütün işletmesi araştırmanın popülasyonunu oluşturmaktadır.

Basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak araştırma kapsamında görüşme yapılacak tütün üreticilerinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Örneğe girecek olan işletmelerin belirlenmesinde popülasyonun normal dağılım göstermesinden dolayı (Kolmogorov-Smirnov normallik testi -2,5 ile 2,5 değeri arasında, Asymptotic Significance > 0,10) anket yapılacak olan tütün üreticileri, basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Alpar, 2011).

Basit tesadüfi örnekleme formülü;  $n = \frac{N \cdot \sigma^2}{(N-1) \cdot D^2 + \sigma^2}$

Basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak, %90 güven aralığı ve %10 hata payı ile anket yapılacak üretici sayısı 134 olarak hesaplanmıştır. Anketler, il ve ilçelere ağırlıklı ortalamalara göre dağıtılmıştır.

Ayrıca, aynı il, ilçe ve köylerde daha önce tütün üretimi yapmış ancak şu anda yapmayan üreticiler de araştırmaya dahil edilmiştir. Bu üreticilere ait bilgiler Ziraat Odaları ve ilgili Tarım ve Orman İl/ilçe Müdürlüklerinden temin edilmiştir.

Tütün üretimi yapmayan üreticilerin toplam sayısı 37,258 olup, popülasyonun normal dağılım göstermediğinden (Kolmogorov-Smirnov normallik testi -4,8, Asymptotic Significance > 0,10) örnek hacmin belirlenmesinde "Tabakalı Örnekleme Yöntemi" kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996; Alpar, 2011).

$$n = \frac{(\sum (Nh * Sh))^2}{N^2 D^2 + (\sum (Nh * (Sh)^2)}$$

Hesaplama değerleri

1. Tabaka	1-25 da	27 anket
2. Tabaka	26-50 da	20 anket
3. Tabaka	51-100 da	28 anket
4. Tabaka	> 100 da	67 anket

%95 güven aralığı ve %5 hata payına göre, anket uygulanacak üretici sayısı 142 olarak belirlenmiştir.

Araştırmada veri madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Veri madenciliği, büyük veri setlerinden gizli kalmış, değerli ve kullanılabilir bilgilerin çıkarılması işlemidir (Koyuncugil, 2004, Topuz ve ark., 2022). Bu teknikler iki ana kategoriye ayrılır: denetimli ve denetimsiz veri madenciliğidir. Hedeflenen sonucun belirli olmadığı veya belirsizliğin söz konusu olduğu durumlarda denetimsiz yöntemler kullanılırken, iyi tanımlanmış ve kesin bir hedef olduğunda denetimli yöntemler tercih edilir (Hastie ve ark., 2001, Özer ve ark., 2016). Bu araştırmada, denetimli veri madenciliği yöntemlerinden biri olan karar ağaçları ve özellikle CHAID Algoritması ile veriler analiz edilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinin nedeni, araştırmada bağımlı değişkenin nominal (kategorik), bağımsız değişkenlerin ise sürekli, kategorik veya nominal kategorik nitelikte olmasıdır (Genç ve ark., 20202, Doğan 2003).

Tütün üretimi yapan ve yapmayan üreticilerin davranışsal tutumlarının incelenmesi aşamasında parametrik olmayan yöntemlerden biri olan CHAID Karar Ağacı çeşitli sosyo-ekonomik faktörler için değerlendirilmiştir. Üreticilerin tütün üretim durumları bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Bağımsız değişkenler ise bağımlı değişken sabit tutularak farklı kombinasyonlar ve senaryolarda analiz edilmiştir. Bağımsız değişkenler ve tanımlayıcı istatistikler;

- \* üretici birliği kurularsa üye olma durumu (1- Evet, 2- Hayır),
- \* üreticilerin yaşadığı il, (1- Adıyaman, 2- Manisa, 3- Samsun),
- \* tütün yetiştiriciliğinden ya da diğer ürünlerden elde edilen gelirin yeterlilik durumu (1- Yeterli değil, 2- Yeterli),
- \* hane halkının köy içindeki gelir durumu (1- Düşük gelirli; yüksek gelirli, 2- Orta gelirli),
- \* üreticilerin yaş durumu (1- <=57, 2- >57),
- \* sosyal güvenlik sistemine kayıtlı olma durumu (1- Sosyal güvenliği olmayan; Bağ-Kur-tarım; Tarım sigortası, 2- Yeşil kart; SSK-işçi; Bağ-Kur-esnaf),
- \* tarım dışı gelirin olma durumu (1- Evet, 2- Hayır),
- \* yabancı işgücü kullanma durumu (1- Evet, 2- Hayır),
- \* hayvancılık kayıt sistemine dahil olma durumu (1-Evet, 2- Hayır)
- \* bir kooperatife üye olma durumu (1- Evet, 2- Hayır),
- \* üreticilerin aile büyüklüğü durumu (1- 4; 6; 7; 3, 2- 5;),
- \* üreticilerin hayvansal üretim durumu (1- Evet, 2- Hayır)

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmının ana amacı, TEKEL'in özelleştirilme sürecinden sonra tütün üreticilerin sosyo-ekonomik durumlarında ne gibi değişikliklerin meydana geldiğini ortaya koymaktır.

### Bireysel Özellikler

Üreticilerin yaşları 29 ile 85 arasında değişmekte olup, ortalama yaşları yaklaşık 52'dir. Tütün üretimi yapan üreticilerin ortalama yaşı 50.4, tütün üretimi yapmayanların ise 53.5 olarak tespit edilmiştir. Üreticilerin %57.2'si 46-60 yaş aralığındadır; bunu %23.6 ile 28-45 yaş aralığı ve %19.2 ile 61 yaş ve üstü takip etmektedir. 28-45 yaş aralığındaki üreticiler arasında, tütün üretimi yapanların oranı %27.6, tütün üretimi yapmayanların oranı ise %19.7'dir. Bu veriler, tütün üretimi yapanların genel olarak daha genç olduğunu göstermektedir. Tütün üretimi yapan üreticilerin yaklaşık %60'ının tarım dışı geliri bulunurken, tütün üretimi yapmayanlarda bu oran %83.1'e yükselmektedir. Bu durum, tütün üretimi yapmayan üreticilerin tarımsal faaliyetlerinin yanı sıra emeklilik, serbest meslek veya tarım dışı işlerde çalışarak ek gelir elde ettiklerini göstermektedir. Dolayısıyla, tütün üretimi yapanların tarım dışı gelir kaynakları, tütün üretimi yapmayanlara göre daha sınırlıdır. Ankete katılan üreticilerin hane halkı büyüklüğü ortalama 3.48 kişi olarak belirlenmiştir. Bu ortalama, tütün üretimi yapanlarda 3.56 kişi, tütün üretimi yapmayanlarda ise 3.4 kişi'dir. Gümüş'ün (2009) Bafra üretim merkezi üzerine yaptığı çalışmada hane halkı ortalaması 6 kişi olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise Bafra'da tütün üretimi yapanların hane halkı ortalaması 4.02 kişi olarak belirlenmiştir. Bu fark, tütün üretimi yapan ailelerin hane halkı sayısının azalmasına; aile üyelerinin tütün üretimi dışında başka işlere yönelmesine veya göç etmelerine işaret edebilir. Kendisini orta gelir grubunda gören üreticilerin %81.4'ü tütün üretimi yapanlardan, %73.9'u ise tütün üretimi yapmayanlardan oluşmaktadır. Yüksek gelir grubunda olduğunu belirtenlerin oranı, tütün üretimi yapmayanlarda %13.4, tütün üretimi yapanlarda ise %5.2'dir. Üreticilerin gelirlerinin yeterliliği incelendiğinde, geliri yeterli olanların %14.9'unu tütün üretimi yapanlar, %16.2'sini ise tütün üretimi yapmayanlar oluşturmaktadır. Tütün üretimi yapan üreticilerin sosyal güvencelerinin üretimi yapmayanlara göre daha az olduğu ve tütün üretimi yapan üreticilerin %83.6'sının ve tütün üretimi yapmayan üreticilerin ise %95.1'nin sosyal güvencesi bulunmaktadır. Tütün üretimi yapan üreticilerin tütün üretimi yapmayan üreticilere göre daha fazla kooperatif üyesi olduğu, tütün üretimi yapan üreticilerin %25.4'ünün, tütün üretimi yapmayan üreticilerin %19'unun bir kooperatif üyesi oldukları belirlenmiştir.

### İşletme Özellikleri

Araştırmaya katılan üreticilerin ortalama işletme büyüklüğü 36.42 dekar olarak belirlenmiştir. Tütün üretimi yapan üreticilerin ortalama işletme büyüklüğü 38.03 dekar iken, tütün üretimi yapmayan üreticilerin ortalama işletme

büyüklüğü 34.79 dekar olarak tespit edilmiştir. Tütün üretimi yapan üreticilerin %51.5'i hayvancılıkla uğraşmaktadır. Buna karşılık, tütün üretimi yapmayan üreticilerde bu oran %38.7'dir. Tütün üretimi yapanların hayvansal üretime daha fazla yönelmesinin nedeni, sahip oldukları arazilerin büyüklüğünün yeterli olmaması veya kiralama yoluyla üretim yapmaları sonucu tütünden elde ettikleri gelirin yetersiz kalmasıdır. Bu nedenle, ek gelir sağlamak amacıyla hayvansal üretime yönelmişlerdir. Üreticilerin genel olarak %18.1'i aile işgücü dışında yabancı işgücü kullanmaktadır; %81.9'u ise yabancı işgücü çalıştırmamaktadır. Tütün üretimi yapan üreticiler arasında yabancı işgücü kullanımı, tütün üretimi yapmayanlara göre daha yüksektir. Tütün üretimi yapan üreticilerin %32,1'i yabancı işgücü kullanırken, tütün üretimi yapmayanlarda bu oran sadece %4,9'dur. Bu durum, tütün üretiminin daha fazla işgücü gerektirmesinden kaynaklanmaktadır.

#### **Tütün Üretme/Üretmeme Nedenleri**

Araştırma bölgesinde tütün üretiminden vazgeçen üreticilere, en son hangi yıl tütün ürettikleri sorulmuştur. Alınan yanıtlar doğrultusunda, tütün üretiminden vazgeçme sürecinin 1994 ürün yılı ile başladığı ve yıllar ilerledikçe bu sayının arttığı belirlenmiştir. TEKEL, 2009 ürün yılından itibaren tütün üretimi ve alım-satımından tamamen çekilmiştir. Bu nedenle, en son 2008 ürün yılında tütün üreten Adıyaman'dan 7 üretici ve Manisa'dan 1 üretici, 2009 yılında tütün üretimini bırakmıştır. Adıyaman ilinde 2009 yılı öncesinde sadece 8 üretici tütün üretiminden vazgeçmiştir. 2009 yılında bu sayı 7 üretici daha artmıştır. 2009-2017 yılları arasında 29 üretici daha tütün üretimini bırakmıştır. Manisa ilinde ilk olarak 2000 yılında 1 üretici üretimi bırakmıştır. 2001, 2002 ve 2005 yıllarında birer üretici daha vazgeçmiştir. 2006 yılında 6 üretici, 2009 yılında ise 1 üretici daha üretimi bırakmıştır. 2010 yılında 9 üretici, 2012-2017 yılları arasında ise 56 üretici tütün üretiminden vazgeçmiştir. Samsun ilinde ilk kez 2006 yılında 5 üretici üretimi bırakmıştır. 2010 yılında 6 üretici daha vazgeçmiştir. 2013-2017 yılları arasında 11 üretici tütün üretiminden ayrılmıştır. Tütün üretiminden vazgeçen üreticilerin %21.1'i TEKEL özelleştirilmeden önce, %78.9'u ise özelleştirmeden sonra üretimi bırakmıştır. Adıyaman'da üretimi bırakanların %18.2'si özelleştirme öncesi, %81.8'i özelleştirme sonrası tütün üretiminden vazgeçmiştir. Manisa'da bu oranlar sırasıyla %13.3 ve %86.7'dir. Samsun'da üretimi bırakanların %22.7'si özelleştirme öncesi, %77.3'ü özelleştirme sonrası vazgeçmiştir. Üreticilerin üretimden vazgeçme nedenleri; %65.5'i tütünün iyi gelir getirmemesi, %14,8'i TEKEL'in özelleştirilmesi, %12,7'si yaşlanma, %4,2'si kendi arazisinin olmamasıdır. "TEKEL özelleştirilmemiş olsaydı tütün üretimine devam eder miydiniz?" sorusuna, bir üretici hariç %95'i "Evet, devam ederdim" yanıtını vermiştir. Bir üretici ise arazisi olmadığı için devam etmeyeceğini belirtmiştir.

"Belirttiğiniz nedenler ortadan kalksa tütün üretimine devam eder miydiniz?" sorusuna; Adıyaman'daki üreticilerin %59.1'i, Samsun'daki üreticilerin %31.8'i ve Manisa'daki üreticilerin %5.4'ü "Evet" yanıtını vermiştir. "Hayır, devam etmezdim" diyenlerin nedenleri ise; arazilerinin olmaması, yaşlarının ilerlemesi, tütün fiyatlarının düşük olması, çocuklarının evlenmesi, okula gitmesi veya işe girmesi nedeniyle işgücünün azalması ve pahalı hale gelmesi, tütün üretiminin zahmetli ve düşük getirili bir iş olması ve sigortalı bir iş buldukları için tütün üretimine dönmek istememeleridir.

Tütün üreten ve üretmeyen çiftçilerin davranışsal tutumları, çeşitli sosyo-ekonomik faktörler temelinde parametrik olmayan CHAID Karar Ağacı yöntemiyle analiz edilmiştir.

Analiz sonucunda sosyo-ekonomik özelliklere göre on bir adet düğüm oluşmuştur (Şekil 1). Tütün üretimi yapan çiftçilerin %59.8'i ve tütün üretimi yapmayanların %40.2'si, eğer bir üretici birliği kurulsaydı üye olacaklarını belirtmişlerdir. Adıyaman ilinde, birliğe üye olacağını söyleyen üreticilerin %34.1'i tütün üretimi yapmaktadır. Manisa ve Samsun illerinde ise bu oran %66.9'dur, yani birliğe katılmayı düşünenlerin büyük kısmı tütün üreticisidir. Bu illerde birliğe üye olmayı düşünen tütün üreticilerinin çoğunluğu (%63.8), tütünden elde ettikleri geliri yeterli bulmamaktadır. Bu durum, özellikle Samsun ve Manisa'da, tütünden yeterli gelir elde edemeyen üreticilerin bir üretici birliğine katılma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Ayrıca, Manisa ve Samsun'da tütün üretimine devam eden üreticilerin, tütün üretiminden vazgeçenlere göre daha düşük ve yetersiz gelire sahip oldukları tespit edilmiştir. Tütün üretimini bırakan üreticilerin büyük bir çoğunluğu (%75.9), illerinde bir üretici birliği kurulsaydı bile üye olmayacaklarını ifade etmişlerdir. Bu üreticilerin %74.5'i, kendilerini köy içinde orta gelir grubunda görmektedir. Kendini orta gelir grubunda tanımlayan ve tütün üretimini bırakan bu üreticilerin aynı zamanda hayvancılıkla da uğraşmadıkları belirlenmiştir.

Üreticilerin sosyo-ekonomik ve işletme özellikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu özellikler arasında, üretici birliği kurulsaydı üye olma isteği, tarım dışı gelir durumu, bir kooperatife üye olma durumu ve işletmelerinde yabancı iş gücü (aile dışından çalışan) kullanma durumu yer almaktadır (Şekil 2). Analiz sonucunda toplam on iki düğüm oluşmuştur. İşletmelerinde yabancı iş gücü çalıştırmayan üreticilerin büyük çoğunluğunu (%59.7) tütün üretiminden vazgeçenler oluşturmaktadır. Bu üreticilerin %69.4'ünün tarım dışı gelirinin olduğu belirlenmiştir. Tarım dışı gelire sahip üreticilerin en yoğun olduğu il Manisa, ardından Adıyaman, en az ise Samsun'dur. Adıyaman ve Manisa illerinde tarım dışı gelire sahip üreticilerin çoğu tütün üretiminden vazgeçmişken, Samsun ilinde tarım dışı gelire sahip üreticilerin çoğunluğu tütün üretimine devam etmektedir.

Ayrıca, illerinde bir üretici birliği kurulması halinde üye olmayı düşünen üreticilerin daha az tarım dışı gelire sahip oldukları tespit edilmiştir. İşletmelerinde yabancı iş gücü kullanan üreticilerin büyük bir kısmı (%86) tütün üretimine devam eden üreticilerdir ve bunların %73.1'i bir kooperatife üyedir. Tütün üretiminden vazgeçmiş olup yabancı iş gücü kullanan üreticilerin ise hiçbirinin herhangi bir kooperatife üye olmadığı belirlenmiştir.

## SONUÇ

Türkiye'nin "tütüncü ülke" kimliği, uzun vadede artan üretim kayıpları nedeniyle zayıflamakta ve dünya genelindeki önde gelen tütün üreticileri sıralamasında daha alt sıralara düşme riski taşımaktadır. Bu durumun başlıca nedenleri şunlardır: üretim modelindeki değişiklikler, genel olarak tarımsal üretimden uzaklaşma eğilimi, tütün üretiminin zorluğu

## KAYNAKLAR

- Ağmaz A (1981) İzmir Kınık Bölgesinden Seçilmiş Bir Grup Tütün İşletmesinin Mevcut Organizasyonları ve Ekiliş Alanlarının Kısıtlanması Halinde Ortaya Çıkacak Yeni Organizasyonlar Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Tütün Araştırma ve Eğitim Merkezi, Manisa.
- Alıcı S (2010) Tütün Tarımı ve Endüstrisine Serbest Piyasa Uygulamalarının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Alpar R (2011) Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Detay Yayıncılık No:429. Ankara.
- Anonim, (2015). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonim (2022a) T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Muhasebat Genel Müdürlüğü, Merkezi ve Yönetim Bütçe İstatistikleri.
- Anonim, (2022b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Ataseven, Y. (2005). AB ve Türkiye’de Tütüne Yönelik Politikalar Karşılaştırmalı Bir Analiz. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Aytaş H A (2011) Türkiye’de Tütün Piyasasının Oluşumu, Gelişimi ve Küresel Dönemde Dönüşümü. Yüksek Lisans Tezi, Türkiye ve Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü, Ankara.
- Baş K (2004) Muş İli Tütün Ekicilerinin Yeni Tütün Yasası (4733 Sayılı Yasa)’nın Uygulanmasına İlişkin Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Ceylan C (1995) Türkiye’de Tütün Politikasının Tarihsel Gelişimi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Çiçek A, Erkan O (1996) Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri, G.O.P. Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını. Tokat

nedeniyle genç nüfusun bu sektörden uzaklaşması, kaliteli tütün yetiştirilen alanların ege Bölgesi’nde bağ ve zeytin, Karadeniz Bölgesi’nde ise fındık gibi çok yıllık bitkilere ayrılması sayılabilir. Ancak en önemli etken, tütün fiyatlarının üreticiler için cazip bulunmamasıdır.

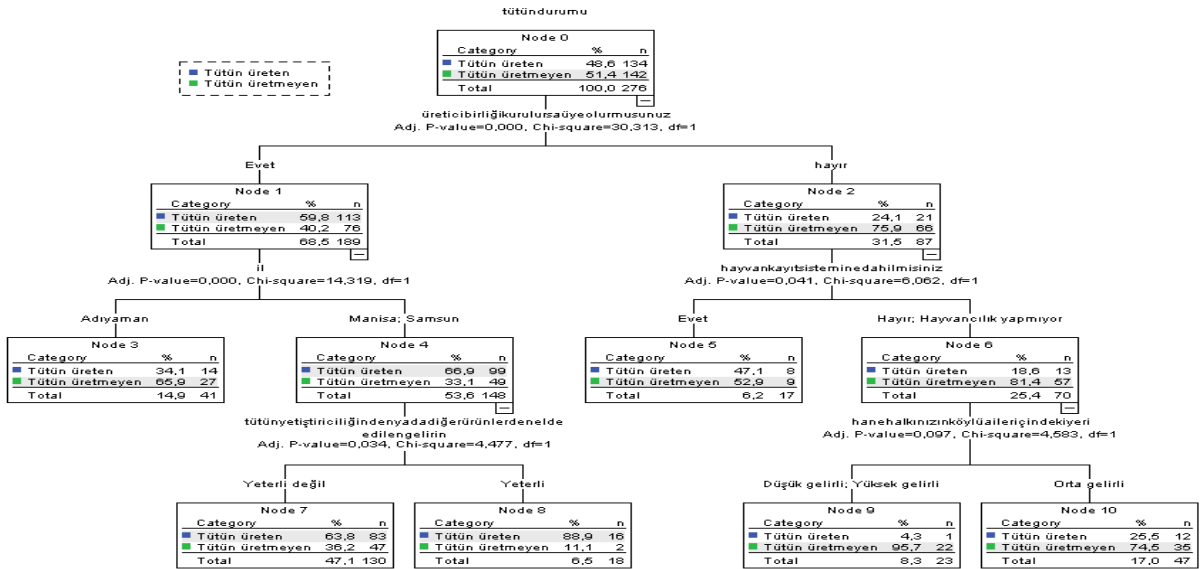
Tütün üreticilerine ve üretime olumlu katkı sağlayacağı için, Tütün Fonu veya benzeri bir uygulama yeniden hayata geçirilmelidir. Yaklaşık 50 bin tütün üreticisi ailesi ve sektörde çalışan 10 bin kişi dikkate alınarak, Tarım ve Orman Bakanlığı’nın ulusal bir tütün politikası oluşturması uygun olacaktır. Araştırmalar, gençlerin sürekli geliri olan tarım dışı işlerde çalışmak istediklerini ve köyde kalmak istemediklerini göstermektedir. Bu durum, gelecekte tütün tarımında iş gücü sıkıntısına ve üretici sayısının azalmasına neden olabilir. Bu da Türkiye’nin tütün üretiminin sürdürülebilirliği açısından kritiktir.

- Doğan İ (2003) Holştayn Irkı İneklerde Süt Verimine Etki Eden Faktörlerin CHAID Analizi ile İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi Sayı 50: 65-70.
- Doğan H (2004) Türkiye’de Yeni Tütün Yasasının Tütün Üretimi ve Üreticileri Üzerine Etkileri, Alternatif Ürün Olanaklarının Belirlenmesi, Adıyaman İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Genç Y, Albayrak M, Güldal, H T (2020) Balık tüketiminde tüketim tercihlerini etkileyen faktörlerin analizi: Çankırı İli örneği. Analysis of factors affecting consumption preferences in fish consumption: Case of Çankırı Province. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(1), 93-101.
- Gül U, Arısoy H, Sivük H, Ataseven Y (2009) Alternatif Ürün Projesi Kapsamında Tütün ve Bazı Ürünler Arasında Kârlılık Karşılaştırmaları. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 6/3: 215-226.
- Güler S (1999) Türkiye Tütüncülüğüne Genel Bir Bakış: Ege Bölgesinde Tütün Arzının Planlama Olanakları. Tütün Ekspertleri Derneği Yayını.
- Güler Gümüş S (2003) Türk Tütüncülüğünün Yeni Vizyonu ve AB Tütüncülüğü İşleyiş Mekanizması İle Uyumuna Yönelik Bir Değerlendirme. Ege İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Tütün İhracatçıları Birliği Yayını.
- Gümüş A H, Güler S. (2000) TEKEL Sigara Fabrikalarının Özelleştirilmesi Üzerine Değerlendirme. Tektıda-İş Sendikası Yayını.
- Gümüş A H (2001) Türkiye’de ve Özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Tütüne Yönelik Politikalar Üzerine Bir Değerlendirme. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayını.
- Gümüş A H (2009) Türkiye’de Tütün Politikaları, Pazarlama Sorunları ve Çözüm Önerileri. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

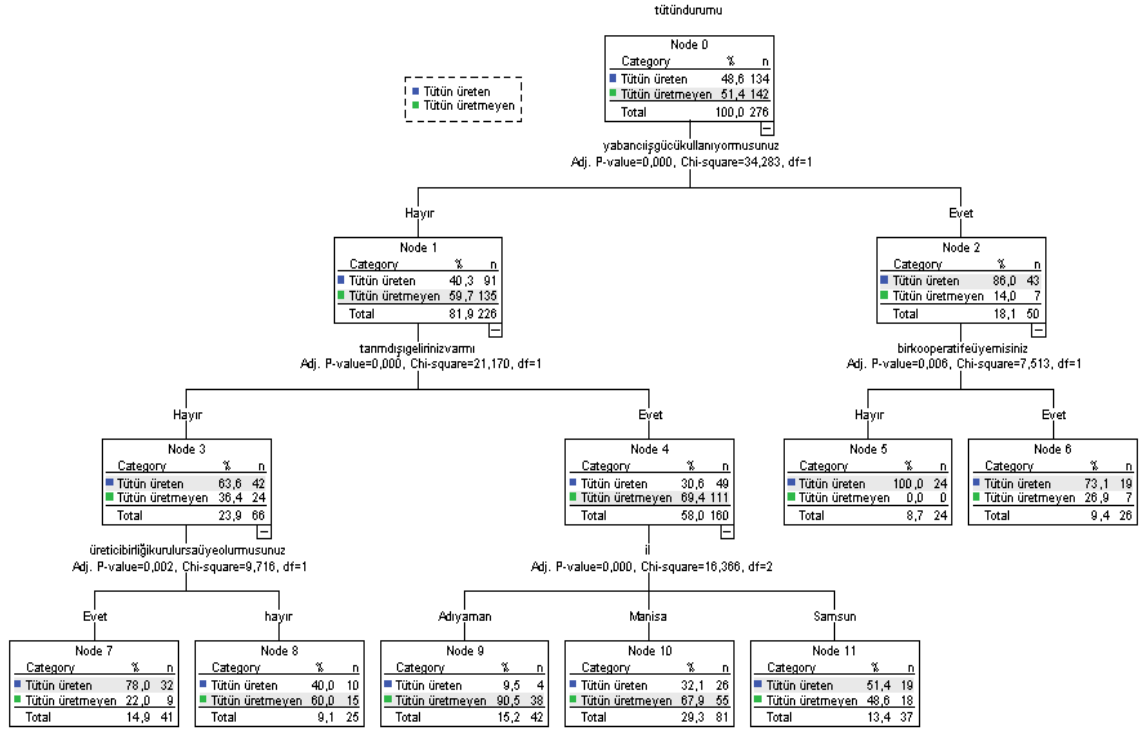
- Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. (2001) The Elements Of Statistical Learning; Data Mining, Inference And Prediction, Springer Series In Statistics,
- Işıklı E, Çağlayan L, Özkaya T, Özerin G (1981) Türkiye'de 1978 yılı Ürünü Tütün İçin Destekleme Alım Fiyatlarının Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını.
- Karadağ T (2010) Türk Kamu Yönetiminde Özelleştirme: TEKEL Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi, Ankara.
- Kavak S (2010) Struggling for Survival in the Village After the Disturbance of Tobaccoland: Tracing New Rurality Behind the Footprints of Tobacco Farmers. Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Koçtürk O M, Cebeci A N (2003) TEKEL'in Özelleştirilmesi ve Tütünde Örgütlenmenin Önemi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayını.
- Koyuncu A S (2004) Veri Madenciliği veya Bir Başka Değişle Akıllı Algoritmalarla İstatistik Kullanımı, Emniyet Genel Müdürlüğü Polis Dergisi Bilişim Özel Sayısı 37: 38-40.
- Orman T (2011) 2000-2010 Döneminde Tütüne Yönelik Uygulamaların Adıyaman Tütün Üreticisi Ailelere Yansıması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özdemir M (2010) Türkiye'de Tütün Sektörünün Tarihi ve Ekonomik Yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

- Özerin G, Işın, F (1999) Ege Bölgesinde Tütün Yerine Geçebilecek Olanaklar Üzerine Bir Araştırma. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayını.
- Sapan H (1997) Türk Tütününde Fiyatlandırma Politikası. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Semerci A (1994) Erbaa İlçesindeki Tarım İşletmelerinde Tütün Yetiştiriciliğinin Ekonomik Önemi ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Özer O O, Yavuz G G, Gül U (2016) Demografik faktörlerin balık eti tüketimindeki etkisi: Ankara ili örneği. Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology, 4(5), 356-364.
- Topuz B, Eydurhan K, Ertürk Y E, Bozoğlu M (2022) CHAID Algoritması ile Üyelerin Tarımsal Örgütlerin Genel Kurul Toplantısına Katılımını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 25(2), 380-391.
- Uznay F (2013) Türkiye'de Sarmalık Kısımlı Tütün Üretim ve Ticaret Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri: Adıyaman İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Yılmaz S (2019) KİT'ler, Özelleştirme, İstihdamda Emeğin Üretkenliği: TEKEL Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

## ŞEKİLLER



Şekil 1. CHAID Karar Ağacı ile üreticilerin sosyo-ekonomik özelliklerinin belirlenmesi



Şekil 2. CHAID Karar Ağacı ile üreticilerin sosyo-ekonomik özelliklerinin belirlenmesi



# The Effect of *Helichrysum pallasii* on Essential Oil Composition of Ontogenetic Variability

EMİNE YURTERİ \*1 

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Rize, Türkiye

**Abstract:** Since the earliest times of human history, medicinal plants have been used and continue to be used in many areas such as disease prevention, treatment and food additives. Species belonging to the *Helichrysum* genus have many important properties such as antimicrobial, antibacterial, antiviral, antifungal, antioxidant and anti-inflammatory thanks to the components they contain, which vary depending on many factors such as location, climate and soil conditions. For this reason, in this study, the stem, leaf and flower parts of *Helichrysum pallasii* plant collected during the full bloom period from its natural habitat in Köse district of Gümüşhane province of Türkiye were used as plant material. The aromatic components in the essential oil of the plant were determined using the SPME (Solid Phase Microextraction) method in Gas Chromatography (GC-MS) device. 58 different components were found as a result of the analysis. The prominent components are; Methyl butyl phenyl acetate (16.04%), phtyone (11.05%),  $\beta$ -caryophyllene (10.47%), undecyl alcohol (7.57%),  $\delta$ -cadinene (%7.36),  $\gamma$ -cadinene (5.32%), hexadecane (5.24%) and tetradecane (4.51%).

**Keywords:** *Helichrysum*, aroma component, GC-MS, immortal flowers

## *Helichrysum pallasii*'nin Ontogenetik Varyabilitenin Uçucu Yağ Kompozisyonu Üzerine Etkisi

**Öz:** İnsanlık tarihinin en eski zamanlarından beri tıbbi bitkiler hastalığı önleyici, tedavi edici ve gıda katkı maddesi gibi birçok alanda kullanılmıştır ve kullanılmaya da devam etmektedir. *Helichrysum* cinsi türleri bulunduğu konum, iklim ve toprak koşulu gibi birçok etkene bağlı olarak değişiklik gösteren, içerisinde barındırdığı bileşenler sayesinde antimikrobiyal, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antioksidan ve antiinflamatuar gibi birçok önemli özelliğe sahiptirler. Bu sebeple de bu çalışmada, Türkiye'nin Gümüşhane iline bağlı Köse ilçesinde doğal habitatından tam çiçeklenme döneminde toplanan *Helichrysum pallasii* bitkisinin; sap, yaprak ve çiçek kısımları bitki materyali olarak kullanılmıştır. Bitkinin uçucu yağındaki aromatik bileşenler Gaz Kromatografisi (GC-MS) cihazında SPME (Katı Faz Mikroekstraksiyon) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda 58 farklı bileşen bulunmuştur. Öne çıkan bileşenler; Methyl butyl phenyl acetate (% 16.04), phtyone (% 11.05),  $\beta$ -caryophyllene (% 10.47), undecyl alcohol (% 7.57),  $\delta$ -cadinene (% 7.36),  $\gamma$ -cadinene (% 5.32), hexadecane (% 5.24) ve tetradecane (% 4.51) olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Helichrysum*, aroma bileşeni, GC-MS, ölmez çiçek

## INTRODUCTION

Asteraceae is one of the largest families in the plant kingdom and also the family that contains the most endemic species. The endemism rate of the Asteraceae family, which contains a total of 489 endemic species, is 36.3% (Güner, 2013). Members of the Asteraceae family are distributed almost everywhere on earth. It is especially found in the southwest of America, Mexico, the south of Brazil, the Mediterranean Region, southwest Asia, Central Asia, South Africa and Australia (Bremer, 1994). While the genus *Helichrysum* in the Asteraceae family is represented by 600 species in the world, this species is represented by 27 taxa in the Flora of Türkiye, 15 of which are endemic. (Davis et al., 1975; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000; Bayer et al., 2007; Şenol et al., 2011). Some *Helichrysum* species are also found in Southwest Asia, southern India, Sri Lanka and Australia (Lourens et al., 2008). *Helichrysum* (Asteraceae) members of the genus are usually aromatic herbs or dwarf perennial shrubs, (Van Vuuren et al., 2006) grown in a wide elevation range from sea level to 1700 m, preferably on sandy or loamy soils (Perrini et al., 2009; Mancini et al., 2011; Leonardi et al., 2013).

It has been widely used as herbal tea and medicinal plant in folk medicine in Anatolia from past to present. *Helichrysum*

species are commonly known as 'immortal flower' or 'golden herb' in Turkish and are widely used as herbal teas in Türkiye. Herbal teas are consumed in Türkiye and around the world for their various biological properties such as anti-inflammatory, antioxidant and antimicrobial activity (Albayrak et al., 2010). These effects of *Helichrysum* species, which are mostly used as diuretics and to eliminate kidney stones in our country, are due to the flavonoids they contain. *Helichrysum* species also have antimicrobial (Sezik et al., 2001; Fujita et al., 1995), antibacterial, antiviral, antifungal (Aslana et al., 2006), antioxidant (Schinella et al., 2002; Apak, 2006), anti-inflammatory (Sezik et al., 2001; Fujita et al., 1995; Schinella et al., 2002) and larvicidal (Amer et al., 2006) effects on the health and safety of the population. Secondary metabolites are of great importance in medicinal plants. Depending on the type of plant, growing conditions, collection times and many other internal or external factors, differences in the active substance may be observed. Secondary metabolites are divided into three main

\*Sorumlu Yazar: [emine.yurteri@erdogan.edu.tr](mailto:emine.yurteri@erdogan.edu.tr)

Geliş Tarihi: 10 Ekim 2024

Kabul Tarihi: 10 Aralık 2024



categories: volatile oils, glycosides and alkaloids. Of these, volatile oils are formed by the combination of terpenoids and are used mainly as solvents, flavourings and perfumes. (Shuler, 1981). The genus *Helichrysum* is a unique source of a broad spectrum of secondary metabolites (Powell et al., 1965; Manitto et al., 1972; Lawrence, 1998; Appendino et al., 2007). According to studies, the flower petals, sepals, bracts and also the glandular trichomes on the stem leaves are the parts of the plant where essential oils are produced (Charles and Simon, 1991; Roussis et al., 2000; Bianchini et al., 2001; Angioni et al., 2003; Paolini et al., 2006).

In this study, the effects of ontogenetic variability on the essential oil composition of *H. pallasii* plants collected from

its natural habitat in Köse district of Gümüşhane province during the flowering period were investigated.

#### **MATERIAL AND METHODS**

This study was conducted at the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Recep Tayyip Erdoğan University in 2023. Voucher number; PZF1/1 *Helichrysum pallasii* was collected from the natural habitat of Kabaktepede village at an altitude of 1680 m in Köse district of Gümüşhane province of Türkiye. Stems, leaves and flower parts of the plants collected at the full bloom period were used as plant material (Figure 1).



Figure 1. *Helichrysum pallasii* Stem, Leaf and Flower appearance



Figure 2. View of the preparation of *Helichrysum pallasii* plants for analysis

The plants were dried in the shade and stored at +4 °C for analysis. Leaves, stems and flowers of the plant were ground separately in a coffee grinder, weighed 0.2 g before analysis, placed in GC tubes and read in the device (Figure 2).

Essential oil components were determined using Shimadzu model GC-MS (2010 Plus) in the Plant Analysis Laboratory of Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture. SPME (Solid Phase Microextraction) method used by Yurteri

et al. (2021) was modified and used to determine essential oil components.

### RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the analysis of *Helichrysum pallasii*, a total of 58 components were detected in different parts of the plant (stem, leaf and flower). When these components were

analyzed, the main components were methyl butyl phenyl acetate (16.04%), phtyone (11.05%),  $\beta$ -caryophyllene (10.47%), undecly alcohol (7.57%),  $\delta$ -cadinene (7.36%),  $\gamma$ -cadinene (5.32%), hexadecane (5.24%), tetradecane (4.51%) ( Table.1).

Table 1. Amounts of volatile components in different parts of *Helichrysum pallasii* (%)

Compounds	R.I.*	Flower	Leaf	Stem
Eucalyptol	1026	-	1.92	1.07
Camphor	1138	-	0.97	-
İsoborneol	1161	-	1.39	1.04
Dihydrocitronellol	1186	2.34	2.83	2.79
Dodecane	1195	0.57	0.74	-
Fenchyl acetate <-endo->	1215	-	1.08	-
Pentyallyl butyrate	1275	0.7	-	-
Bornly acetate	1281	-	4.42	3.82
Tridecane	1294	1.42	1.65	1.63
$\alpha$ -Copaene	1372	0.94	1.1	1.59
Undecly alcohol	1386	7.57	6.35	6.68
Tetradecane	1394	3.92	4.51	4.27
$\alpha$ -Gurjunene	1401	0.56	-	-
$\beta$ -Caryophyllene	1416	10.47	2.94	4.5
Aromadendrene	1436	-	-	1.48
Geranly acetone	1448	-	4.01	4.46
$\alpha$ -Humulene	1450	1.14	-	3.44
$\gamma$ -Decalactone	1456	-	-	1.01
Alloaromadendrene	1458	1.38	1.13	0.89
Lauryl alcohol	1456	1.04	1.64	-
Germancrene D	1473	1.1	-	-
$\alpha$ -Patchoulene	1475	-	-	2.26
( E ) -, $\beta$ -Lonone	1482	-	1.74	-
Pentadecane	1493	2.16	2.26	2.22
$\alpha$ -Muurolene	1497	1.71	0.95	1.42
Methyl butyl phenyl acetate	1508	16.04	11.69	10.89
$\gamma$ -Cadinene	1510	5.32	3.53	4.79
$\delta$ -Cadinene	1520	7.36	3.12	5.5
$\beta$ -Sesquiphellandrene	1535	1.8	1.35	1.63
Nonaonate <isoamyl->	1540	0.68	-	0.68
Citronellyl butyrate	1545	0.65	1.06	1.12
$\gamma$ -Undecalactone	1564	-	-	0.77
Caryophyllene oxide	1582	0.36	-	-

Compounds	R.I*	Flower	Leaf	Stem
Tridecyl alcohol	1586	3.3	2.16	2.15
Hexadecane	1593	3.69	5.24	4.27
Tetradecanal	1606	1.34	1.48	-
$\alpha$ -Acorenol	1616	0.7	-	-
$\alpha$ -,epi-Muurolol	1639	3.57	2.62	3.39
Furan-2- carboxylic acid <octyl-> ester	1656	1.03	1.09	1.32
$\alpha$ -Bisabolol oxide B	1664	-	0.73	-
$\beta$ -Eudesmol	1649	1.89	-	-
Dihydrojasmonate < methyl - >	1648	-	-	0.39
$\gamma$ -Eudesmol	1652	1.5	-	0.59
$\gamma$ -Dodecalactone	1663	-	0.8	-
Heptadecane	1692	-	4.25	2.66
$\alpha$ -Bisabolol	1707	-	0.87	-
Farnesol <-cis,cis->	1723	-	0.8	0.47
Farnesal	1744	0.67	0.96	-
Caprylate <-octyl->	1763	-	0.75	-
Pentadecanol	1784	0.48	-	-
Octadecane	1792	1.74	2.57	1.72
Phtyone	1838	6.3	11.05	7.18
Nonadecane	1890	0.47	-	1.13
Hexadec-6-enoic acid - <16-hydroxy - >	1912	-	1.44	1.33
Palmitate <-methyl->	1918	0.48	-	0.73
Geranyl benzoate	1962	-	0.8	-
Phtyol acetate	2214	-	-	1.14

\* Kovats Retention Index (R.I).

As can be seen in Table 1, when the different parts of the plant were considered separately, 36 components were detected in the flower, 39 in the leaf and 38 in the stem. The prominent constituents in the flower, leaf and stem parts of the plant, respectively; Undecyl alcohol (7.57% - 6.35% - 6.68%), tetradecane (3.92% - 4.51% - 4.27%),  $\beta$ -caryophyllene (10.47% - 2.94% - 4.5%), methyl butyl phenyl acetate (16.04% - 11.69% - 10.89%),  $\gamma$ -cadinene (5.32% - 3.53% - 4.79%),  $\delta$ -cadinene (7.36% - 3.12% - 5.5%), tridecyl alcohol (3.30% - 2.16% - 2.15%), hexadecane (3.69% - 5.24% - 4.27%),  $\alpha$ -,epi-muurolol (3.57% - 2.62% - 3.39%) and phtyone (6.30% - 11.05% - 7.18%) (Table 1.). When we examined the components that are not common in the stem, leaf and flower parts of the plant, but are specific to the plant part; the components that are not found in the leaf and stem but only in the flower;  $\beta$ -Eudesmol (1.89%), germancrene d (1.1%), pentyallyl butyrate (0.7%),  $\alpha$ -acorenol (0.7%),  $\alpha$ -gurjunene (0.7%). 89%), germancrene d (1.1%), pentyallyl

butyrate (0.7%),  $\alpha$ -acorenol (0.7%),  $\alpha$ -gurjunene (0.56%), pentadecanol (0.48%), caryophyllene oxide (0.36%). The constituents found only in the leaves and not in the flowers and stems were ( e ), $\beta$ -lonone (1.74 %), fenchyl acetate <-endo-> (1.08 %), camphor (0.97%),  $\alpha$ -bisabolol (0.87%),  $\gamma$ -dodecalactone (0.8%), geranyl benzoate (0.8%), caprylate <-octyl-> (0.75%),  $\alpha$ -bisabolol oxide b (0.73%). The compounds present only in the stem part and not in the flower and leaf part were  $\alpha$ -patchoulene (2.26%), aromadendrene (1.48%), phtyol acetate (1.14%),  $\gamma$ -decalactone (1.01%),  $\gamma$ -undecalactone (0.77%), dihydrojasmonate < methyl - > (0.39%). When we look at the other components that are not common, the components that are not found in the stem part of the plant but found in the flower and leaf part of the plant are; Tetradecanal (1.34% - 1.48%), lauryl alcohol (1.04% - 1.64%), farnesal (0.67% - 0.96%), dodecane (0.57% - 0.74%), respectively. The constituents not found in the flower part of the plant but found in the leaves and stems

were geranyl acetone (4.01% - 4.46%), bornyl acetate (4.42% - 3.82%), heptadecane (4.25% - 2.66%), eucalyptol (1.92% - 1.07%), hexadec-6-enoic acid - <16-hydroxy - > omega lactone (1.44% - 1.33%), isoborneol (1.39% - 1.04%), farnesol <-cis,cis-> (0.8% - 0.47%). The components not found in the leaf part of the plant but found in the flower and stem parts of the plant were;  $\alpha$ -humulene (1.14% - 3.44%),  $\gamma$ -eudesmol (1.5% - 0.59%), nonanoate <isoamyl-> (0.68% - 0.68%), nonadecane (0.47% - 1.13%), palmitate <-methyl-> (0.48% - 0.73%), respectively. Formisano et al., (2009), In their study on leaves and flowers of *Helichrysum pallasii* in Lebanon, hexadecanoic acid (16.2%), (Z,Z)-9,12-octadecadienoic acid (6.8%), tetradecanoic acid (2.6%) and (Z)-caryophyllene (4.2%) were the main components of the oil obtained from the leaves, while hexadecanoic acid (14.7%), (Z,Z)-9,12-octadecadienoic acid (14.2%), (Z)-caryophyllene (3.6%) and  $\delta$ -cadinene (3.1%) dominated in the oil obtained from the flowers. The other compounds obtained were  $\gamma$ -cadinene 0.5% - 3.5%,  $\delta$ -cadinene 2.5% - 3.1%,  $\alpha$ -humulene 2.9% - 2.1%,  $\alpha$ -muurolene 0.3% - 0.5%, alloaromadendrene 0.6% - 0% in leaves and flowers respectively.

The main components obtained from the flowers of *H. pallasii* collected in Armutlu district of Bayburt province were  $\alpha$ -springene (34.89%), (-)-isolekene (7.11%),  $\delta$ -selinene (5.79%), aristolene (5.09%),  $\beta$ -caryophyllene (4.76%) and  $\alpha$ -patchoulene (4.74%) (Yurteri et al., 2021). When the obtained results are compared with the study conducted by Formisano et al. (2009), they are different from the main components we found in our study, but when we look at the other components they found, the values are close to each other, although there are proportional differences in  $\gamma$ -cadinene,  $\delta$ -cadinene,  $\alpha$ -humulene,  $\alpha$ -muurolene, alloaromadendrene. When compared with the study conducted by Yurteri et al. (2021), it was observed that they contained relatively different components. These differences may arise due to the variety and amount of bioactive substances found in medicinal and aromatic plants, the part of the plant used, post-harvest processing, and the methods used to obtain and analyze essential oils (Kaytanlioğlu et al., 2021).

#### 4. CONCLUSION

*Helichrysum pallasii* has been widely used as herbal tea and medicinal plant in folk medicine in Anatolia from past to present. *Helichrysum* species are commonly known as 'immortal flower' or 'golden herb' in Turkish and are among the plants commonly used as herbal tea in our country. It is possible to say that it is widely used in the treatment of many diseases today due to its many biological properties (anti-inflammatory, antioxidant and antimicrobial) due to the many components found in its essential oil. In our study, in which we aimed to investigate the effect of ontogenetic

variability on the essential oil composition of *Helichrysum pallasii* collected from the natural habitat of Kabaktepede village at an altitude of 1680 m in Köse district of Gümüşhane province of Türkiye, it was revealed that there were differences in the components and their amounts in different parts of the plant (stem, leaf and flower). The prominent components were methyl butyl phenyl acetate (16.04%), phtyone (11.05%),  $\beta$ -caryophyllene (10.47%), undecyl alcohol (7.57%),  $\delta$ -cadinene (7.36%),  $\gamma$ -cadinene (5.32%), hexadecane (5.24%) and tetradecane (4.51%). There are very few studies on the volatile components of immortal species, which are very common in our natural flora. Our study will be an important scientific material for researchers working on this subject.

#### REFERENCES

- Albayrak S., Aksoy A., Sağdıç O., Budak Ü (2010). Phenolic compounds and antioxidant and antimicrobial properties of *Helichrysum* species collected from eastern Anatolia, Türkiye, Turk. J. Biol. 34, 463-473.
- Amer A., Mehlhorn H (2006). Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). Parasitology research, 99, 466-472.
- Angioni A, Barra A, Arlorio M, Coisson D, Russo T, Pirisi M, Satta M, Cabras P (2003). Chemical composition, plantgenetic differences, and antifungal activity of the essential oil of *Helichrysum italicum* G. Don ssp. *microphyllum* (Willd) Nym. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:1030-1034.
- Apak R., Güçlü K., Özyürek M., Esin Karademir S., Erçağ E (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International journal of food sciences and nutrition*, 57(5-6), 292-304.
- Appendino G, Ottino M, Marquez N, Bianchi F, Giana A, Ballero M, Sterner O, Fiebich BL, Munoz E. (2007). Arzanol, an antiinflammatory and anti-HIV-1 phloroglucinol  $\alpha$ -pyrone from *Helichrysum italicum* ssp. *microphyllum*. *Journal of Natural Products*, 70, 608-612.
- Aslana M., Özçelik B., Orhana I., Karaoglu T., Sezika E (2006). Screening of antibacterial, antifungal and antiviral properties of the selected Turkish *Helichrysum* species. *Planta Medica*, 72(11), P\_045.
- Bayer MB, Breitweiser I, Ward J, Puttock CF (2007). Tribe Gnaphalieae. In: Kadereit JW, Jeffrey C (eds) *The families and genera of flowering plants, flowering plants, Eudicots, Asterales*, vol VIII. Springer, Berlin, pp 246-283
- Bianchini A, Tomi P, Costa J, Bernardini AF (2001). Composition of *Helichrysum italicum* G. Don fil. Subsp. *italicum* essential oils from Corsica (France). *Flavour and Fragrance Journal*, 16, 30-34.
- Bremer K (1994). *Compositae. Cladistics and classification*, Portland, Oregon. Timber Press. U.S.A.

- Charles DJ, Simon JE (1991). Volatile compounds of the curry plant. *Horticultural Science*, 26, 69–70.
- Davis PH, Tan K, Mill RR (1988). Flora of Türkiye and the East Aegean Islands (suppl. 1). Vol. 10. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P.H. and F.K. Kupicha (1975). '*Helichrysum* Gaertner'. In : Davis, P.H. (ed.), Flora of Türkiye and the East Aegean Islands. University Press, Edinburgh. Vol. 5, pp. 80–97.
- Formisano C., Mignola E., Rigano D., Senatore F., Arnold N. A., Bruno M., Rosselli S (2009). Constituents of leaves and flowers essential oils of *Helichrysum pallasii* (Spreng.) Ledeb. growing wild in Lebanon. *Journal of medicinal food*, 12(1), 203–207.
- Fujita T., Sezik E., Tabata M., Yeşilada E., Honda G., Takeda Y., ... & Takaishi Y (1995). Traditional medicine in Türkiye VII. Folk medicine in middle and west Black Sea regions. *Economic botany*, 406-422.
- Güner A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K. H. C., Hedge, I. C. (Eds.) (2000). Flora of Türkiye and the East Aegean Islands: Volume 11, Supplement 2. Edinburgh University Press.
- Güner A (2013). List of Turkish Plants. Nezahat Gökyiğit Botanical Garden publication, Istanbul
- Kaytanlıoğlu EHT, Özderin S, Fakir H, Gümüşay E (2021). Determination of Volatile Components of *Helichrysum arenarium* subsp. *aucheri* Naturally Distributed in Two Different Regions. *European Journal of Science and Technology*, 25, 152-158
- Lawrence BM (1998). *Helichrysum* oil and extract. *Perf. Flavor*, 23, 55–59.
- Leonardi M., Ambryszewska K E, Melai B., Flamini G., Cioni, P. L., Parri F., Pistelli L (2013). Essential-oil composition of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* from Elba Island (Tuscany, Italy). *Chemistry & Biodiversity*, 10(3), 343-355.
- Lourens ACU., Viljoen, A. M., Van Heerden, F R (2008). South African *Helichrysum* species: a review of the traditional uses, biological activity and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(3), 630-652.
- Mancini E., De Martino L., Marandino A., Scognamiglio M. R., De Feo V. (2011). Chemical composition and possible in vitro phytotoxic activity of *Helichrysum italicum* (Roth) Don ssp. *italicum*. *Molecules*, 16(9), 7725-7735.
- Manitto P, Monti D, Colombo E (1972). Two new  $\beta$ -diketones from *Helichrysum italicum*. *Phytochemistry*, 11, 2112–2114.
- Paolini J, Desjobert JM, Costa J, Bernardini AF, Buti Castellini C, Cioni PL, Flamini G, Morelli I (2006). Composition of essential oils of *Helichrysum italicum* G. Don fil. subsp. *italicum* from Tuscan Achipelago islands. *Flavour and Fragrance Journal*, 21, 805–808.
- Perrini R., Morone-Fortunato I., Loruss E., Avato P (2009). Glands, essential oils and in vitro establishment of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *microphyllum* (Willd.) Nyman. *Industrial crops and products*, 29(2-3), 395-403.
- Powell RG, Smith Jr, CR, Glass CA, Wolff IA (1965). *Helichrysum* seed oil. II. Structure and chemistry of a new enynolic acid. *The Journal of Organic Chemistry*, 30, 610–615.
- Roussis V, Tsoukatou M, Petrakis PV, Chinou I, Skoula M, Harbene JB (2000). Volatile constituents of four *Helichrysum* species in Greece. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28, 163–175.
- Schinella G R, Tournier H A, Prieto J M, De Buschiazzo P M, Rios JL (2002). Antioxidant activity of anti-inflammatory plant extracts. *Life sciences*, 70(9), 1023-1033.
- Sezik E., Yeşilada E., Honda G., Takaishi Y., Takeda Y., Tanaka T (2001). Traditional medicine in Türkiye X. Folk medicine in Central Anatolia. *Journal of ethnopharmacology*, 75(2-3), 95–115.
- Shuler ML (1981). Production of secondary metabolites from plant tissue culture-problems and prospects. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 369 65–79
- Şenol SG, Secmen Ö, Öztürk B, Galbany-Casals M (2011). *Helichrysum unicapitatum* (Asteraceae), a new species from Türkiye. In *Annales Botanici Fennici* (Vol. 48, No. 2, pp. 145-154). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Van Vuuren S F, Viljoen A M, Van Zyl R L, Van Heerden F R, Başer KHC (2006). The antimicrobial, antimalarial and toxicity profiles of helihumulone, leaf essential oil and extracts of *Helichrysum cymosum* (L.) D. Don subsp. *cymosum*. *South African Journal of Botany*, 72(2), 287-290.
- Yurteri E, Seyis F., Kuplemez H (2021). The essential oil components of *Helichrysum pallasii* flowers. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9, 2591

# Investigation of Different Parts of Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) in Terms of Polyphenol and Bioactivity

**Oguzhan CİVELEKOĞLU** \*<sup>1</sup>, **Emine YURTERİ** <sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Tea Council, Rize Commodity Exchange, Rize, Türkiye

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Rize, Türkiye

**Abstract:** In this study, changes in the amount of polyphenols (C, EC, GC, EGC, EGCG, ECG) and caffeine in different parts (root, stem, leaf and apical bud) of tea plants harvested from gardens with different characteristics in three shoot periods were investigated. Analyses were performed by High-performance liquid chromatography (commonly known as HPLC). The highest amount of polyphenols were obtained from the leaf, apical bud, stem and root parts of the plant, respectively. In this study, the amount of polyphenols was generally found to be higher in the apical bud and leaf parts than in the root and stem. Polyphenols found in the apical bud and leaf of the tea plant, respectively; the highest values of EGCG were between 70.21-73.98 mg/g, caffeine 60.98-39.63 mg/g, EGC 23.83-31.43 mg/g, EC 15.04-15.86 mg/g, GC 6.95-10.92 mg/g and C 1.98-0.58 mg/g. The root and stem contain caffeine in low amounts. Polyphenols were found in the root and stem parts although less compared to the other two organs.

**Keywords:** Tea, polyphenol, Catechin, HPLC

## Çay (*Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntze) Bitkisinin Farklı Kısımlarının Polifenol ve Biyoaktivite Yönünden Araştırılması

**Öz** Bu çalışmada, farklı özellikteki bahçelerden üç sürgün döneminde hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında (kök, sap, yaprak ve tepe tomurcuğu) bulunan polifenol (C, EC, GC, EGC, EGCG, ECG) ve kafein miktarındaki değişimler incelenmiştir. Analizler Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC yaygın adıyla bilinir) ile yapılmıştır. En yüksek polifenol miktarı sırasıyla bitkinin yaprak, tepe tomurcuğu, sap ve kök kısmından elde edilmiştir. Bu çalışmada polifenol miktarı tep tomurcuğu ve yaprak kısmında kök ve gövdeye göre genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Çay bitkisinin tepe tomurcuğunda ve yaprağında sırasıyla bulunan polifenoller; en yüksek EGCG'in 70.21-73.98 mg/g, Kafein'in 60.98-39.63 mg/g, EGC'in 23.83-31.43 mg/g, EC'in 15.04-15.86 mg/g, GC'in 6.95 -10.92 mg/g ve C'in 1.98-0.58 mg/g değerleri arasında olmuştur. Kök ve sap çok fazla olmamakla beraber kafein içermektedir. Kök ve sap kısmında diğer iki organa göre kıyasla az da olsa polifenol bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Çay, polifenol, Katesin, HPLC

## INTRODUCTION

The tea plant, which belongs to the *Camellia* family, is a small, evergreen, perennial, shrub-like tree that grows in humid climates. Considering the countries where the tea plant is distributed, it can be said that the tea plant is a subtropical plant based on climatic conditions (Elmas and Gezer, 2019; Kuo et al., 2005). Tea is known to have been transported to China via Assam in 2700 BC and its cultivation started in this region. Three different species of this plant are known: *Camellia assamica*, *Camellia cembodiensis* and *Camellia sinensis*. The tea (*C. sinensis*) is native to Southeast Asia and is now cultivated in more than 40 countries worldwide (Alikılıç, 2016). Harvesting and purchasing of new tea is done on a bud-by-bud basis, usually in three harvesting periods, but depending on the ecological structure of the Eastern Black Sea region, it can also cover four harvesting periods. The harvest season starts in May and ends in October and November each year. Periods of exile in Turkey;

- 1st shoot: May- June
- 2nd shoot: July - August
- 3rd Shoot September - October as well as November.

In the world, for example in the ecvatorial region tea harvesting lasts for 12 months thanks to ecological conditions.

Polyphenols are compounds containing more than one phenolic group in each molecule. There are more than 8000

polyphenols in plants. They are divided into four groups: phenolic acids, flavonoids, stilbenes and lignans. They are secondary metabolites of plants that offer a variety of health benefits and are often involved in defense against ultraviolet radiation or aggression by pathogens (Pandey et al., 2009).

Tea contains more than 4,000 chemicals and has the highest percentage of flavonoids by dry weight of any plant. Phenolic compounds, flavanol glycosides, coanthocyanins and theogalin are the main components of tea.

Tea plants fall into four basic categories: black tea, oolong tea, green tea and white tea (Çelik, 2006; Cabrera et al., 2006). The difference between teas is the fermentation process that takes place during production (Jung et al., 2013). Depending on the processing method, the phenolic composition of tea and therefore the amount of phenolic substances changes (Benzie and Szeto, 1999). In the European Pharmacopoeia, tea is defined as a medicinal plant due to its rich polyphenol content.

**\*Sorumlu Yazar:** [emine.yurteri@erdogan.edu.tr](mailto:emine.yurteri@erdogan.edu.tr)

This study is produced from the M.Sc. thesis.

**The submitted date:** 10 October, 2024

**The accepted date:** 13 December, 2024

Recent studies have shown that tea plays an important role in the prevention and treatment of cardiovascular diseases, obesity, diabetes, oxidative diseases, inflammatory diseases, bacterial diseases, viral diseases, cancer and neurological diseases due to the polyphenols it contains. Raw tea leaves in particular contain a large number of phenolic compounds. These compounds are flavonoids such as 2 catechins, flavonols, proanthocyanidins and phenolic acids (Lambert, 2013). The main flavonoids found in tea are catechin, epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), epicatechin-3-gallate (ECG) and epigallocatechin-3-gallate (EGCG), as well as Quercetin, Kaempferol, Myricetin and their glycosides. Epigallocatechin-3-gallate constitutes 55-70% of the total catechin amount (Deka, et al., 2021; Zheng, et al., 2018). Due to the production of black tea, oolong tea and green tea, the fermentation of catechins is carried out by the endogenous enzymes polyphenol oxidase and peroxidase. During fermentation, catechins are oxidized to dimeric and oligomeric compounds including Theaflavins, Theacitrins, Theacinensins, Theanaptoquinones and Thearubigins (Tan and Engelhardt, 2017; Liu, 2013; Rains et al., 2011). The main catechins found in *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze are C, GC, EC, EGC, ECG and EGCG (Figure 1) and vary in amount according to different tea clones and parts (Ashihara, 2010; Rhodes, 2013; Wright, 2000)

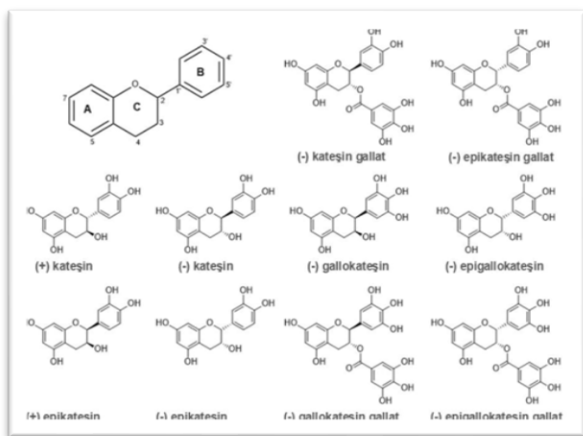


Figure 1. Chemical structure of catechins (Rashidinejad, 2021).

The amount and distribution of catechins in fresh tea leaves affects the quality of black tea. Research has shown that EC has a strong influence on black tea quality and ECG or EGCG also has an impact on tea quality (Obanda, 1997; Wright, 2000; Liu et al., 2023). During the fermentation stage of black tea production, the amount of catechins in the tea leaf is significantly reduced, resulting in very low amounts of catechins in the final product. In black, oolong and green tea, catechins are fermented by the endogenous enzymes

polyphenol oxidase and peroxidase. Catechins are oxidized during fermentation into dimeric and oligomeric compounds: Theaflavins, Theacitrins, Theacinensins, Theanaptoquinones and Thearubigins (Liu, 2013; Rains, 2011; Damiani, 2014).

While catechins are more abundant in green tea, catechins are replaced by Theaflavins and Thearubigins in black tea through the fermentation process. These components also give the tea its characteristic smell and color. The most common phenolic substances in black tea are thearubigins (Lambert, 2013; Tan and Engelhardt; 2017, Liu, 2013; Rains et al., 2011).

Catechin contents of different tea cultivars are reported to vary due to many factors. Essential factors are: tea variety, harvesting season and harvesting conditions, age of the leaves, climate, cultivation practices, and drying and technological processes during tea production (Fernandez et al. 2002; Wu et al. 2012; Wei et al. 2011).

There are no detailed studies about the distribution of catechins in different plant parts of *Camellia sinensis*. The changes in the amount of polyphenols (C, EC, GC, EGC, EGCG, ECG) and caffeine in different parts of the tea plant (root, stem, leaf and top bud) harvested in three shoot periods from tea gardens with different characteristics are the topics of this study.

## MATERIAL AND METHODS

### Material

Within the scope of the planned thesis study, different tea plantations were selected as material in Rize Salarha District in 2021. The tea gardens were selected based on their pruning status; Tea garden with 5-year expansion pruning (ÇB-1), Tea Garden with 2-year expansion pruning (ÇB-2) and further a newly Established Tea Garden (ÇB-3). From these plantations, different parts of the plant (root, stem, leaf, top bud) were harvested by simple sampling in May, July and September (Figure 2). Harvested plants were dried in an oven at 30°C and stored at +4°C for analysis.



Figure 2. Outlook on sample collection from tea plantations In this study; high performance liquid chromatography (HPLC) (Shimadzu, Japan), precision balance (Mettler Toledo, XS204, USA), water bath (Mettler, Germany), vortex (Heidolph, Germany), coffee grinder (Tefal Türkiye), deep freezer (-28 °C, Vestel, Türkiye), refrigerator (+4°C, Grundig,

Turkey), mechanical 18 shaker (Şimşek Laboratuvar), centrifuge (Nüve, Türkiye), pH meter (Sartorius, Germany) and oven (İnoksan, Türkiye) were used. The RP-HPLC column (5  $\mu\text{m}$ , 250 x 4.6 mm) used in the study was purchased from Ant Teknik. C, EC, GC, EGC, EGCG, EGCG, ECG used in the analysis of phenolic compounds by HPLC were purchased from Sigma Chemical Company (St. Louis, MO, USA). Other consumables used in the study were micropipette set (Transferpette, Brand, Germany) and 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filters, sieve, plastic tubes with screw caps, tube stands, weighing cups, disposable spectrophotometer cuvettes, texture probe, Whatman No.1 filter paper and other glassware.

## Method

### Collection of tea samples and pre-treatment for HPLC analysis

Tea samples harvested at different shoot periods were dried in the laboratory at 30°C in an oven and ground in a coffee mill just before analysis and stored at +4°C (Figure 3).



Figure 3. View on drying and grinding of tea samples

In the preparation of Tea Samples for Caffeine and Catechin Analysis, dried and ground tea samples were subjected to different brewing processes for caffeine and catechin for HPCL readings. For this process, 3 g of ground tea plants were weighed to represent each of the 19 samples in sterile jars and placed in 100 ml sterile jars.

For caffeine measurement; 100 ml of pure water boiled at 100°C was added to all samples. The samples were steeped for 20 minutes and then filtered through a sterile filter. The samples were then filtered through 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filters into vials for reading on the HPCL device and stored at +4°C until reading on the device (Figure 4).

For catechin measurement; 50 ml of pure water boiled at 100°C and 50 ml of methanol were added to all samples and infused for 20 minutes. After the brewing process, it was

## RESULTS and DISCUSSION

This study was carried out to determine the polyphenols found in different parts of the plant in 3 different tea gardens, namely ÇB-1: 5-Year Expansion Pruned Tea Garden,

filtered through a sterile filter. Afterwards, the samples were filtered through 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filters into vials for reading on the HPCL chase and stored at +4°C until reading on the device.

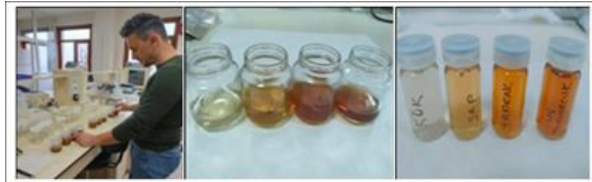


Figure 4. View of the brewing process of tea samples

In the determination of phenolic compounds by HPLC, the method described by Yurteri (2023) was used for the analysis of phenolic compounds with modification. The extract samples were filtered through a 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter and the filtrate was injected into the HPLC column (Perkin Elmer, Flexar model). HPLC operating conditions and elution program for the analysis of phenolic compounds was as follows; HPLC operating conditions System: Shimadzu (Prominence series) Software: LCB Solution Column: Novaselect (250 x4.6 mm, ID; 5  $\mu\text{m}$ ; C18) Column oven: CTO 10AS VP Column Temperature: 30 °C Detector: Photodiode array (PDA) Detection wavelengths: 270 and 355 nm Pump: LC-20AD Flow Rate: 1 mL/min Injection Amount: 20  $\mu\text{L}$  Elution program Time (min) Solvent A (%), Solvent B (%) 0-92, 8 10, 89-11, 57-79, 21-62, 20-80, 67-92, Solvent A: 0.1% (v/v) phosphoric acid water, Solvent B: Acetonitrile. The identification of phenolic compounds in the samples was done by comparing the retention time of the compounds on the column, UV-spectra with the time and spectra of the relevant standard substances and by adding the standard substances to the tea extract. Identification of peaks and quantification of phenolic compounds were carried out at the wavelength at which the compounds gave the maximum absorbance value. The integrated areas obtained from the HPLC chromatograms of the compounds and calibration curves prepared with intermediate stock solutions of the standard substances were used to determine the amounts of the compounds.

Statistical analyses were carried out using SPSS (SPSS statistics 23, IBM. 2015) program according to the randomized block design. The results are given as the mean  $\pm$  standard deviation of 3 replicate measurements. Analysis of variance using one-way ANOVA was applied to the data obtained. Significant differences between means were determined by Duncan multiple comparative test.

ÇB-2: 2-Year Expansion Pruned Tea Garden and ÇB-3: Newly Established Tea Garden.. As can be seen in Table 1, a little polyphenol was observed in all plant parts..Plant parts were statistically different based on its polyphenol content.



Table.1 Average Polyphenol Quantities (mg/g) of Different Parts of Tea (*Camellia sinensis* L.) Plant Harvested from Different Tea Plantations (ÇB-1, ÇB-2 and ÇB-3) as Means of 3 Harvest Periods

			Plant Parts			
			Root*	Handle*	Leaf**	Hill Bud**
Polyphenol Amounts (mg/g)	GC	Ort. ÇB-1*	0.001 <sup>c</sup>	0.0007 <sup>c</sup>	5.27 <sup>a</sup>	1.74 <sup>b</sup>
		Ort. ÇB-2*	0.0009 <sup>c</sup>	0.0005 <sup>c</sup>	7.45 <sup>a</sup>	6.38 <sup>b</sup>
		Ort. ÇB-3*	0.0008 <sup>c</sup>	0.001 <sup>c</sup>	10.92 <sup>a</sup>	9.95 <sup>b</sup>
	EGC	Ort. ÇB-1*	5.76 <sup>d</sup>	6.93 <sup>c</sup>	30.16 <sup>a</sup>	21.10 <sup>b</sup>
		Ort. ÇB-2*	5.15 <sup>c</sup>	4.67 <sup>d</sup>	29.84 <sup>a</sup>	21.73 <sup>b</sup>
		Ort. ÇB-3*	7.49 <sup>d</sup>	8.32 <sup>c</sup>	31.43 <sup>a</sup>	23.83 <sup>b</sup>
	EGCG	Ort. ÇB-1*	5.41 <sup>d</sup>	6.65 <sup>c</sup>	73.98 <sup>a</sup>	70.21 <sup>b</sup>
		Ort. ÇB-2*	3.16 <sup>d</sup>	5.42 <sup>c</sup>	73.98 <sup>a</sup>	61.05 <sup>b</sup>
		Ort. ÇB-3*	3.79 <sup>c</sup>	3.35 <sup>c</sup>	58.36 <sup>b</sup>	59.80 <sup>a</sup>
	EC	Ort. ÇB-1*	10.10 <sup>c</sup>	9.49 <sup>d</sup>	13.92 <sup>b</sup>	14.71 <sup>a</sup>
		Ort. ÇB-2*	5.77 <sup>d</sup>	6.82 <sup>c</sup>	13.46 <sup>b</sup>	15.04 <sup>a</sup>
		Ort. ÇB-3*	8.38 <sup>d</sup>	9.12 <sup>c</sup>	15.86 <sup>a</sup>	14.95 <sup>b</sup>
C	Ort. ÇB-1*	0.14 <sup>c</sup>	0.11 <sup>c</sup>	0.58 <sup>b</sup>	1.52 <sup>a</sup>	
	Ort. ÇB-2*	0.49 <sup>b</sup>	0.35 <sup>c</sup>	0.32 <sup>d</sup>	1.98 <sup>a</sup>	
	Ort. ÇB-3*	0.27 <sup>c</sup>	0.24 <sup>c</sup>	0.58 <sup>b</sup>	0.89 <sup>a</sup>	
Caffeine	Ort. ÇB-1*	0.73 <sup>d</sup>	2.00 <sup>c</sup>	39.45 <sup>b</sup>	60.98 <sup>a</sup>	
	Ort. ÇB-2*	0.62 <sup>d</sup>	4.42 <sup>c</sup>	39.63 <sup>b</sup>	56.72 <sup>a</sup>	
	Ort. ÇB-3*	0.55 <sup>c</sup>	0.92 <sup>c</sup>	39.02 <sup>b</sup>	39.70 <sup>a</sup>	

(\*) p<0.05, (\*\*) p<0.01 statistically significant within error limits

Gallocatechin (GC), Epigallocatechin (EGC), Epigallocatechin Gallate (EGCG), Epigallocatechin Gallate (EGCG), Epicatechin (EC), Catechin (C), Caffeine

When the polyphenol amounts in the plant parts are examined, it is possible to say that EGCG has the largest share in the catechin group in the tea plant, followed by EGC, EC, GC and C, respectively. Caffeine was found to be the lowest in the root part of the tea plant, while the highest was found in the top bud part. Considering the plant parts; the highest EGCG was found in the leaf (73.98 mg/g) and the lowest in the root (3.16 mg/g). Epigallocatechin (EGC) was highest (31.43 mg/g) in the leaf (ÇB-3) and lowest (4.67 mg/g) in the stem (ÇB-2) of the tea plant. Gallocatechin (GC) value was highest in the leaf (10.92 mg/g) part of the plants harvested from the newly established tea garden (ÇB-3) and lowest (0.0005 mg/g) in the root part of the plants harvested tea, caffeine values of 3.07-3.87%, epicatechin (EC) values of 0.45-1.11%, epigallocatechin (EGC) values of 1.64-4.39% and epigallocatechin gallate (EGCG) values of 5.94-9.26%. Karori et al. (2014) obtained EGCG values of 2.58-6.625%, EGC

from the 2-year expansion pruned tea garden (ÇB-2). EC (15.86 mg/g-77 mg/g), C (1.98 mg/g-0.11 mg/g) and caffeine (60.98 mg/g-0.55 mg/g) contents were highest in leaves and lowest in roots (Table 1). It has been reported that 60% of the total phenolic content of tea is EGCG, followed by EGC, ECG, EC, CG, GC and C in descending order. (Khokhar and Magnusdottir, 2002; Balci and Özdemir, 2016; Zaveri, 2006). The findings we obtained confirm the findings of previous researches.

Our findings are in general agreement with previous studies in which tea caffeine and catechins were determined. (Burana-Osot and Yanpaisan, 2012; Chebbi, 2022). Goto et al., (1996), obtained in their research they conducted in green values of 1.490-6.255%, EC values of 0.845-3.280% and C values of 0.320-2.690% values in their research conducted on Kenian green tea samples. Caffeine content varied between 5.81-27.62 mg/g in dry tea samples, while

epigallocatechin gallate 5.19-58.21 mg/g, epigallocatechin 2.80-52.48 mg/g, epicatechin 0.74-11.58 mg/g, epicatechin gallate 1.01-16.45 mg/g and catechin 0.09-6.10 mg/g, in the study carried out by Burana-Osot and Yanpaisan (2012).

Further Sağlam and Türkyilmaz (2007) detected epigallocatechin 0.040-4.212%, catechin 0.000-0.115%, epigallocatechin gallate 0.096-9.154%, epicatechin 0.091-0.920% and caffeine 1.718-3.640% in tea samples in their study. In the research of Özdemir et al., (2006), while the amount of caffeine in green tea leaves was determined in the range of 1.640-2.145 g/100g, EGCG (4.510-7.310 g/100g) was determined in the highest amount among catechin compounds, followed by EGC (1.290-2.385 g/100g), EC (0.350-0.795 g/100g) and C (0.370 0.520 g/100g) compounds, respectively.

According to the analysis of young leaves, old leaves and stems, EGCG compound was determined as 2.83%, 1.02% and 0.32%, EGC compound as 1.29%, 0.84%, 0.38%, EC compound as 0.44%, 0.28%, 0.20% and C compound as 0.14%, 0.07% and 0.03%, respectively by Lin et al. (1996). Chebbi (2022) analysed the individual phenolic compound amounts of green teas (mg/g KM) and they were obtained as EGC 17,47 ± 1,39 EGCG 57,52 ± 0,43 ECG 8,67 ± 0,76 in fresh tea leaf, while from Green tea 1 sample; EGC 8,27 ± 0,10 EGCG 14,14 ± 0,92 ECG 1,48 ± 0,07, Green tea 2 sample; EGC 25,41 ± 1,22 EGCG 46,94 ± 2,70 ECG 3,73 ± 0,01. Khokhar (1997) found that EGC was 163 mg/l, EC 47 mg/l, EGCG 263 mg/l and ECG 44 mg/l in Chinese green tea, while EGC was 287 mg/l, EC 94 mg/l, EGCG 408 mg/l and ECG 59 mg/l in Japanese green tea. Luximon-Ramma et al., (2005) reported that fresh tea leaf buds contained catechin 2.64 µg/g, epicatechin 17.02 µg/g, epigallocatechin 15.07 µg/g and epigallocatechin gallate 25.38 µg/g. Obanda et al., (1997) detected epigallocatechin 78.10-269.30 µmol/g dm, catechin 0.03-47.20 µmol/g dm, epicatechin 36.20-57.90 µmol/g dm, epigallocatechin gallate 132.30-256.60 µmol/g dm and caffeine 27.6-45.1 g/kg dm in the samples taken to represent two leaves and one bud.

The values of caffeine and catechin compounds obtained in our study were found to be generally compatible with the ranges stated in the results of previous studies. However, in some studies, while caffeine values were not similar, catechin values were similar. In another study, there was no agreement in the EGC and EGCG values in the first of two different samples, while there was agreement in the EGC and EGCG values in the second sample. The data observed in the studies and the data obtained in our study shows that caffeine and catechins in green tea vary depending on many reasons such as the type of tea, growing conditions, harvest time and storage conditions (Chebbi, 2022; Burana-Osot and Yanpaisan, 2012).

## CONCLUSION

It is stated that tea buds and green tea, rich in polyphenols, are used in the treatment of many diseases. Scientific studies have shown that tea consumption has been used in the treatment of many diseases such as diet-induced obesity, reduction in cancer cells, significant reduction in the risk of ovarian cancer, antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anticarcinogenic, antihypertensive, neuroprotective, cholesterol-lowering and thermogenic. In the study, the polyphenol content of the top bud, leaf, stem and root parts of the tea plant cultivated in Turkey was examined. The tea samples that underwent 5-year rejuvenation pruning were found to be richer in terms of polyphenol content. Based on the findings, it is possible to say that Turkish tea has a polyphenol-rich content. In light of the data, the rich polyphenol content of the plant has scientifically supported both the industrial use of the plant and its use as a medicinal plant. In addition, our study is the first to identify polyphenols found in the root and stem of the plant, apart from the consumed parts.

## REFERENCES

- Alikılıç D (2016). The Importance of Tea for the Black Sea Region and Its Historical Course. *Journal of Black Sea Studies*, 21, 269-280
- Ashihara H, Deng WW, Mullen W, Crozier A (2010). Distribution and biosynthesis of flavan-3-ols in *Camellia sinensis* seedlings and expression of genes encoding biosynthetic enzymes. *Phytochemistry*, 71(5-6), 559-566.
- Balci F, Özdemir F (2016). Influence of shooting period and extraction conditions on bioactive compounds in Turkish green tea. *Food Sci Technol (Campinas)* 36: 737-743.
- Benzie, I.F.F, Szeto YT (1999). Total Antioxidant Capacity of Teas By The Ferric Reducing/Antioksidant Power Assay. *J Agric Food Chem*. 64: 633-636.
- Burana-Osot J, Yanpaisan W (2012). Catechins and caffeine contents of green tea commercialized in Thailand. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 22(17), 1-7.
- Cabrera C, Artacho R, Gimenez R (2006). Beneficial effects of green tea-a review. *J Am Col Nutr* 25(2): 79-99.
- Chebbi H (2022). Optimized determination of bioactive compounds of fresh tea leaves collected at different harvest periods and investigation of in vitro bioaccessibility. Bursa Uludağ University, Food Engineering Main Branche, Bursa.
- Çelik F (2006). "Tea (*Camellia sinensis*); its content, its protective effect on health and its recommended consumption". *Turkish Clinics Journal Medical Science* 26: 642- 648.
- Damiani E, Bacchetti T, Padella L, Tiano L, Carloni P (2014). Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 59-66.
- Deka H, Barman T, Dutta J, Devi A, Tamuly P, Kumar Paul R, Karak T (2021). Catechin and caffeine content of tea

- (*Camellia sinensis* L.) leaf significantly differ with seasonal variation: A study on popular cultivars in North East India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103684.
- Elmas C, Gezer C (2019). Composition and health effects of tea plant (*Camellia sinensis*). *Akademic Food*, 17(3),417-428.
- Fernandez PL, Pablos F, Martin MJ, Gonzales AG (2002). Study of catechin and xantine tea profiles as geographical tracers. *J Agric Food Chem.*, 50:1833–1839.
- Jung MH, Seong PN, Kim MH (2013). Effect of green tea extract microencapsulation on hypertriglyceridemia and cardiovascular tissues in high fructose-fed diet. *Nutr Res Prac* 7(5): 366-372,
- Karori SM, Wachira FN, Ngure RM, Mireji PO (2014). Polyphenolic composition and antioxidant activity of Kenyan Tea cultivars. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(4), 105-116.
- Khokhar S, Magnusdottir SGM (2002). Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. *J. Agric.Food Chem.* 50: 565-570.
- Khokhar S, Venema D, Hollman PCH, Dekker M, Jongen W (1997). A RP-HPLC method for the determination of tea catechins. *Cancer Letters*, 114, 171-172.
- Kuo K, Weng M, Chiang C, Tsaj Y, Lin-Shiau S, Lin J (2005). Comparative studies on the hypolipidemic and growth suppressive effects of oolong, black, pu-erh, and green tea leaves in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 480-489
- Lambert JD (2013). Does tea prevent cancer? Evidence from laboratory and human intervention studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(6), 1667S-1675S.
- Lin YL, Juan IM, Chen YL, Liang YC, Lin JK (1996). Composition of polyphenols in fresh tea leaves and associations of their oxygen-radical-absorbing capacity with antiproliferative actions in fibroblast cells. *Journal of agricultural and food chemistry*. 44(6), 1387-1394
- Liu RH (2013). Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 4(3), 384-392.
- Liu C, Li J, Li H, Xue J, Wang M, Jian G, Zhu C, Zeng L (2023). Differences in the quality of black tea (*Camellia sinensis* sp. Yinghong No. 9) in different seasons and the underlying factors, *Food Chemistry: X*, Volume 20, 100998.
- Luximon-Ramma A, Bahorun T, Crozier A, Zbarsky V, Datla KP, Dexter DT, Aruoma OI (2005). Characterization of the antioxidant functions of flavonoids and proanthocyanidins in Mauritian black teas. *Food research international*, 38(4), 357-367.
- Obanda M, Owuor PO, Taylor SJ (1997). Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(2), 209–215.
- Özdemir F (2006). Polyphenolic substance changes in fresh tea and processed teas of different classes depending on the shoot period and altitude. *Tübitak-Togtag Project Result Report Nr:3286*.
- Pandey KB, Rizvi SI (2009). Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2, 270-278.
- Rains TM, Agarwal S, Maki KC (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(1), 1-7.
- Rashidinejad A, Boostani S, Babazadeh A, Rehman A, Rezaei A, Akbari, Alavijeh S, Shaddel R, Jafari SM (2021). Opportunities and challenges for the nanodelivery of green tea catechins in functional foods. *Food Research International*, 142, 110186.
- Rhodes LE, Darby G, Massey KA, Clarke KA, Dew TP, Farrar MD, Bennett S, Watson REB, Williamson G, Nicolaou A (2013). Oral green tea catechin metabolites are incorporated into human skin and protect against UV radiation-induced cutaneous inflammation in association with reduced production of pro-inflammatory eicosanoid 12-hydroxyeicosatetraenoic acid. *British Journal of Nutrition*, 110(5), 891–900.
- Sağlam N, Türkyılmaz K (2007). Determination of some phenolic substance and caffeine contents of Turkish and foreign origin teas sold commercially in the market. *Directorate of Atatürk Tea and Horticulture Research Institute, Rize*.
- Tan J, Engelhardt UH, Lin Z, Kaiser N, Maiwald B (2017). Flavonoids, phenolic acids, alkaloids and theanine in different types of authentic Chinese white tea samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 57, 8-15.
- Wei K, Wang L, Zhou J, He W, Zeng J, Jiang Y, Cheng H (2011). Catechin contents in tea (*Camellia sinensis* L.) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chem.* 125:44–48.
- Wright LP, Mphangwe NIK, Nyirenda HE, Apostolides Z (2000). Analysis of the theaflavin composition in black tea (*Camellia sinensis*) for predicting the quality of tea produced in Central and Southern Africa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(13), 1823–1830.
- Wu C, Xu H, Heritier J, Andlauer W (2012). Determination of catechins and flavonol glycosides in Chinese tea varieties. *Food Chem.* 132:144–149.
- Zaveri NT (2006). Green tea and its polyphenolic catechins: medicinal uses in cancer and noncancer applications. *Life sciences*, 78(18), 2073-2080.
- Zheng XQ, Nie Y, Gao Y, Huang B, Ye JH, Lu JL, Liang YR (2018). Screening the cultivar and processing factors based on the flavonoid profiles of dry teas using principal component analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 67, 29–37.

## Bazı Kestane Çeşit ve Genotiplerinin Çiçek Tozu Kalitesinin Belirlenmesi

Yusuf ALTIN<sup>1</sup> , Cevriye MERT<sup>2</sup> , Başak MÜFTÜOĞLU<sup>2</sup> <sup>1</sup> Bursa Karacabey Fidan ve Fide Test Merkezi Müdürlüğü, Bursa, Türkiye<sup>2</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye

**Öz:** Bu çalışmada aynı ekolojik koşullarda yetiştiriciliği yapılan seleksiyon çalışmaları ile öne çıkan dokuz Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) çeşit/genotipi ile iki hibrit (*Castanea sativa* × *Castanea crenata*) çeşitin çiçek tozu kalitesi değerlendirilmiştir. Bu amaçla anter ve çiçek tozu boyutları, bir anterde üretilen çiçek tozu miktarları, çiçek tozunun canlılık oranı ve çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. İncelenen özellikler bakımında çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşit/genotiplerin bir antere düşen ortalama çiçek tozu miktarı 5111- 8000 adet, çiçek tozu çimlenme oranları %5 sakkaroz konsantrasyonunda %16.93 ile %35.35, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %23.01 ile %36.63 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çeşitlerin çiçek tozu canlılık oranı %60'ın üzerinde bulunmuştur. Genel olarak, kestane çeşit/genotiplerinin tozlayıcılık potansiyelinin yeterli olduğu ve bölgesel yayımlarına göre üreticilere alternatif seçenekler sunulabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kestane, çiçek tozu çimlenmesi, TTC, anter

#### Determination of Pollen Quality of Some Chestnut Cultivars and Genotypes

**Abstract:** The pollen quality of nine Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivar/genotypes and two hybrid (*Castanea sativa* × *Castanea crenata*) cultivars were evaluated in this study. For his aim, anther and pollen sizes, amounts of pollen produced in an anther, pollen viability rate and germination percentages were determined. Significant differences were found among the cultivars in terms of the examined characteristics. It was determined that the average amount of pollen per anther of the varieties/genotypes was 5111-8000 pieces, and pollen germination rates varied between 16.93% and 35.35% at 5% sucrose concentration and 23.01% to 36.63% at 10% sucrose concentration. Pollen viability of the cultivars was found to be over 60%. Overall, it has been concluded that the pollination potential of chestnut cultivars/genotypes is sufficient and that alternative options can be offered to producers based on their regional distributions.

**Keywords:** Chestnut, pollen germination, TTC, anther

#### GİRİŞ

Kestane, Quercus, Fagus ve Castanopsis cinslerini de içeren Fagaceae familyasının Castanea cinsine aittir. Dünyada yetiştiriciliği yapılan başlıca kestane türleri, Japon kestanesi (*C. crenata* Sieb. et Zucc.), Çin kestanesi (*C. mollissima* Bl.), Avrupa kestanesi (*C. sativa* Mill.) ve Amerikan kestanesi (*C. dentata* Borkh.) olarak sıralanabilir. Avrupa'da ve ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren kestane türü *Castanea sativa* Mill.' dir. Türkiye'de kestane üretimi, Marmara, Ege ve Karadeniz bölgelerinde yapılmakta olup; Marmara ve Ege bölgelerinde aşılı, Karadeniz bölgesinde ise genellikle aşısız kestane ağaçları bulunmaktadır (Soylu, 2004, Pereira-Lorenzo ve ark., 2012).

Kestane, aynı ağaç üzerinde erkek ve dişi çiçeklerin bulunduğu tek evcikli bir bitkidir. İki tür çiçek püskülü vardır: Erkek çiçek püskülleri, sürgünlerin alt ve orta kısımlarında yer alarak tozlaşmada rol oynar; karışık eşeyli püsküller ise sürgünlerin uç kısımlarında bulunur ve hem erkek hem de dişi çiçekleri içerir. Kestane çeşitleri arasında erkek çiçeklerin işlevselliği değişiklik gösterir; uzun ve orta boy stamene sahip çeşitler etkili tozlayıcı iken, kısa ve stamensiz çeşitler tozlayıcılık özelliği taşımaz (Mert, 2005; Müftüoğlu ve Mert, 2022).

Kestanelerde özellikle eşeyssel uyumsuzluk ve erkek ile dişi çiçeklerin farklı zamanlarda olgunlaşması nedeniyle yabancı tozlaşmaya ihtiyaç duyulur. Bu durum, kestane bahçelerinde etkili bir tozlaşma planının uygulanmasını zorunlu kılar. Bu nedenle, her üçüncü sırada bir tozlayıcı ağaç bulundurulması önerilir. Erkek kısır çeşitler yetiştiriliyorsa, bahçede iki farklı tozlayıcı çeşidin bulunması gerekmektedir. Kestane ağaçları genellikle Haziran ayında çiçek açar, ancak bu dönem iklim koşullarına göre değişiklik gösterebilir (Bounous ve Marinoni, 2005; Clapper, 1954; Jaynes, 1975). Erkek çiçeklerin çiçeklenme zamanı açısından erken, orta ve geç çeşitler mevcuttur (Müftüoğlu, 2017). Kestanelerin tozlanmasında arılar başta olmak üzere böcekler ve rüzgarlar önemli rol oynar. Başarılı döllemenin önemli nedenlerinden biri, çiçek tozu kalitesi, canlılığı ve çimlenme kapasitesidir. Ülkemizde kestane ağaçları genellikle doğal ormanlık alanlarda yer almakta ve her bölgede yerel çeşitlerle yetiştiricilik yapılmaktadır.

**\*Sorumlu Yazar:** [cevmert@uludag.edu.tr](mailto:cevmert@uludag.edu.tr)

**Geliş Tarihi:** 21 Ekim 2024

**Kabul Tarihi:** 11 Aralık 2024

Ancak son yıllarda, hibrit çeşitlerin geliştirilmesi ve seleksiyon çalışmalarıyla organoleptik açıdan üstün özelliklere sahip çeşitlerin ıslahı sonucunda, aşılı çeşitlerle yeni kestane bahçelerinin kurulmasına yönelik bir artış görülmektedir. Kestane yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli ürün elde edebilmek için bahçelerde etkili bir tozlayıcı planının uygulanması gerekmektedir. Tozlanma ve döllenme, meyve tutma oranını etkileyen önemli faktörlerdir. Bu nedenle, tür ve çeşitlerin çiçek tozu özelliklerinin bilinmesi, ıslahçılar ve yetiştiriciler için kritik öneme sahiptir. Çiçek tozu özellikleri, döllenme ve meyve tutumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kestane çeşitleri ve genotiplerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenme durumlarını belirlemek amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır (Nienstaend, 1955, Bounous ve ark., 1992, Fernando ve ark., 2006, Beyhan ve Serdar, 2008; Silva ve ark., 2020, Kılınc ve Ertan, 2016; Sarıyar, 2019). Ancak birçok kestane çeşit ve genotipinin çiçek tozu çimlenme oranları henüz belirlenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, aynı ekolojik koşullarda yetiştiriciliği yapılan seleksiyon çalışmaları ile öne çıkan iyi organoleptik özelliklere sahip çeşit/genotipler ile ülkemizde yetiştiriciliği yaygınlaşan iki hibrit çeşitin çiçek tozu performanslarını belirlemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada, Bursa Cumalıkızık'taki kestane koleksiyon bahçesinde bulunan organoleptik özellikleri iyi 11 farklı kestane çeşit/genotipi incelenmiştir. Bu çeşitlerin bir kısmı *Castanea sativa* türüne ait çeşit/genotipler ('Ertan', 'Erfelek', 'Firdola', 'Gavuraşı', 'Karamehmet', 'Sarıaşlama', 'Serdar', 'Seyrekdiken' ve 'Tülü') ile hibrit çeşitlerden (*Castanea sativa* x *Castanea crenata*) ('Maraval' ve 'Marigoule') oluşmaktadır. Çalışmada yer alan çeşitlerin erkek çiçek yapısı, 'Gavuraşı' ve 'Sarıaşlama' genotiplerinde orta stamenli, diğer çeşitlerde ise uzun stamenlidir (Müftüoğlu ve Mert, 2022). Laboratuvar çalışmaları, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Sitoloji Laboratuvarı' nda yürütülmüştür.

### Yöntem

#### Çiçek tozlarının elde edilmesi

Çalışmada yer alan çeşit ve genotiplerde, 2021 yılı Haziran ayının başından itibaren fenolojik gözlemler yapılmıştır. Püsküller tam çiçeklenme dönemine ulaştığında, sabah erken saatlerde toplanmış ve soğuk tutucuda muhafaza edilmiştir. Püsküllerden anterler ayrılarak bir desikatör içinde 24 saat boyunca nemi alınmıştır. Ardından, anterler tül elekten geçirilerek çiçek tozları elde edilmiş ve çimlenme ile canlılık testleri yapılmıştır.

#### Çiçek tozu canlılık testi

Çiçek tozlarının canlılık düzeyleri, %1 2,3,5-trifenil tetrazolyum klorür (TTC) kullanılarak tespit edilmiştir. Öncelikle, TTC çözeltisinden bir damla alınarak bir lam üzerine damlatılmış, ardından çiçek tozları sulu boya fırçasıyla eklenmiş ve üzeri lamelle kapatılmıştır. Hazırlanan preparatlar, doğrudan güneş ışığı almayan normal ışıkta 3-4 saat bekletilmiştir. Daha sonra, bu preparatlar ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Mikroskopta sayım yapılarak, kırmızıya boyanan çiçek tozları canlı, pembe renge boyanan çiçek tozları yarı canlı ve boyanmayan çiçek tozları cansız olarak kayıt edilmiştir (Mert, 2009). Her çeşit için 3 lam hazırlanmış ve her lamda 500 çiçektozu sayılarak canlılık oranı yüzde olarak hesaplanmıştır.

#### Çiçek tozu çimlendirme testleri

Çiçek tozu çimlendirme testleri, 'petride agar' yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Literatürde, kestane çiçek tozunun yüksek çimlenme oranlarına sahip olduğu belirtilen ortam konsantrasyonları kullanılmıştır (Bounous ve ark., 1992; Beyhan ve Serdar, 2008; Silva ve ark., 2020). Çimlendirme için %1 agar + %5 sakkaroz + 0,4 mg borik asit ve %1 agar + %10 sakkaroz + 0,4 mg borik asit içeren besi ortamları hazırlanmıştır. Çimlendirme ortamlarına ekilen çiçek tozları, 24-25 °C sıcaklıkta 24-48 saat süreyle çimlenmeye bırakılmış ve bu sürenin sonunda ışık mikroskop altında çiçek tozu sayımı yapılmıştır. Çiçek tozu borusu, çiçek tozunun boyutuna ulaştığında çimlenmiş olarak değerlendirilmiştir. Üç adet petri kabı hazırlanarak her birinde 5 farklı alanda çimlenen ve çimlenmeyen çiçek tozları sayılmış, ardından çimlenme oranları yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

#### Anter ve çiçek tozlarında yapılan ölçümler

Çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarında boyuna ve enine uzunluk ( $\mu\text{m}$ ) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler yatay konumda olan 30 adet çiçek tozu ve anterlerde yapılmıştır.

#### Çiçek tozu üretim miktarının saptanması

Çeşit ve genotiplerin çiçek tozu üretim miktarı, 'Hemositometrik Lam' yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmada, erkek çiçeklerden 30 adet anter izole edilerek cam şişelere konulmuş ve 48-72 saat oda koşullarında kurutulmuştur. Kurutulan anterlere 2 ml saf su ve az miktarda sıvı deterjan eklenerek süspansiyon haline getirilmiştir. Bu süspansiyon, bir gün bekletildikten sonra hemositometrik lam üzerindeki sayma odacıklarına damlatılmış ve sayım işlemi gerçekleştirilmiştir. Her çeşit/genotip için iki şişe hazırlanmış ve her şişeden alınan süspansiyonla sayım yapılmıştır. Bir anterdeki çiçek tozu miktarının hesaplanmasında kullanılan formül altta sunulmuştur.

$$A = ((n \times B) / k) / N$$

A= bir anterdeki çiçek tozu sayısı

B= süspansiyon miktarı

n= sayılan çiçek tozu miktarı

k= hemositometrik lam-lamel arası açıklık (0,1 mm)

N= süspansiyon içinde kaç anter bulunduğu

### **İstatistikî değerlendirme**

Çalışmadan elde edilen sonuçların varyans analizleri SPSS programında, sonuçlar arasındaki istatistikî farklılıklar ise duncan testi ile belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Aynı ekolojik koşullarda yetiştirilen kestane çeşit/genotiplerinde tam çiçeklenme tarihleri; 'Erfelek', 'Karamehmet' ve 'Seyrekdikeyen' çeşitlerinde 6 Haziran, 'Firdola', 'Maraval', 'Marigoule' ve 'Serdar' çeşitlerinde 10 Haziran, 'Ertan', 'Gavuraşı', 'Sarıaşılama' ve 'Tülü' çeşitlerinde ise 21 Haziran'da gerçekleşmiştir. Kestane çeşit/genotiplerinin TTC testine göre çiçek tozu canlılık değerleri Çizelge 1' de verilmiştir. Yapılan TTC testinde, çeşit/genotiplere ait çiçek tozlarındaki canlı, yarı canlı ve cansız çiçek tozu oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Çeşit/genotiplerin canlı çiçek tozu oranları %25.22 ile %40.86, yarı canlı çiçek tozu %26.22 ile %43.73, cansız çiçek tozu %24.67 ile %37.51 arasında değişim göstermiştir. En yüksek canlı çiçek tozu oranı 'Tülü' (%40.86) ve 'Maraval' (%40.21) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Bunu 'Gavuraşı' (%38.87), 'Sarıaşılama' (%38.12) ve 'Marigoule' (%37.79) çeşitleri takip etmiştir. Yarı canlı çiçek tozu oranı ise en yüksek 'Serdar' (%43.73) çeşidinde saptanmış ardından 'Firdola', 'Ertan' ve 'Karamehmet' çeşitleri gelmiştir. Canlı ve yarı canlı çiçek tozu oranları birlikte değerlendirildiğinde çeşitlerin çiçek tozu canlılık oranları %62.47 (Ertan) ile %75.33 (Serdar) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 1). Özellikle 'Serdar' (%75.73), 'Maraval' (%75.07), 'Marigoule' (%72.02) ve 'Sarıaşılama' (%70.13) çeşitlerinde canlı çiçek tozu oranları yüksek, cansız çiçek tozu oranları ise düşüktür. Tural (2019) tozlayıcı adayı olarak seçilen altı kestane genotipinde canlı çiçek tozu oranını %30.98-%61.70, yarı canlı çiçek tozu oranını %29.57-%58.82 arasında saptamıştır. Luo ve ark. (2020), *C. mollissima* türünde çiçek tozu canlılığını %59.44, *C. henryi* türünde ise %41.25 olarak belirlemişlerdir. Beyhan ve Serdar (2008), Karadeniz bölgesinden seçilen dokuz genotip ile Sarıaşılama çeşidinin polen canlılık oranlarını TTC testi ile incelemişler ve bu genotiplerin polen canlılığının 2004-2006 yıllarında %61.90 ile %93.79 arasında değiştiğini saptamışlardır. Bazı araştırmacıların sonuçları çalışmada elde edilen verilerden daha düşük, bazılarının ise daha yüksektir. Bu farklılıkların, çeşit, iklim ve bakım koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

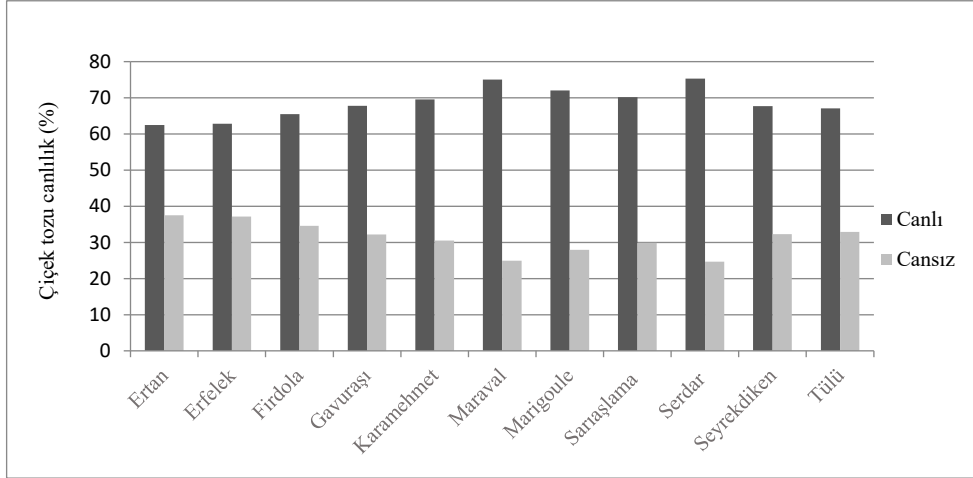
Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozlarının yapay ortamlardaki çimlenme güçleri, 'petride agar' yöntemiyle incelenmiştir. Çeşit/genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Çiçek tozlarının çimlenme oranları, %5 sakkaroz konsantrasyonunda %16.93 ile %35.35, %10 sakkaroz konsantrasyonunda ise %23.01 ile %36.63 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 2). Çiçek tozlarının çimlenme oranları, %10 sakkaroz konsantrasyonunda daha yüksek bulunmuş ve önceki araştırmalar da bu konsantrasyonun yüksek çimlenme oranları sağladığını ortaya koymuştur (Bounous ve ark., 1992; Beyhan ve Serdar, 2008; Rutter ve ark., 1990; Tural, 2019). 'Maraval', 'Marigoule', 'Gavuraşı', 'Sarıaşılama', 'Tülü' ve 'Ertan' çeşitlerinin çiçek tozu çimlenme oranı, iki sakkaroz konsantrasyonunda %30'un üzerinde bulunmuştur. 'Erfelek' çeşidinde ise %10 sakkaroz konsantrasyonunda benzer bir oran gözlemlenmiştir. En düşük çiçek tozu çimlenme oranları ise 'Firdola', 'Karamehmet' ve 'Serdar' çeşitlerinde tespit edilmiştir. Soylu (1981) Marmara bölgesinde beş kestane genotipinin çiçek tozu çimlenme oranlarını %10 sakkaroz konsantrasyonunda %29-%50, %15 sakkaroz konsantrasyonunda ise %21-%57 arasında saptamıştır. Beyhan ve Serdar (2008) Karadeniz bölgesinden seleksiyon çalışması ile seçilmiş dokuz kestane genotipinin yıllar ve çeşitlere göre çiçek tozu çimlenme oranlarını %3.95 - %43.68 arasında belirlemişlerdir. Tural (2019) Aydın bölgesinde tozlayıcı olarak seçilen altı genotipte çiçek tozu çimlenme oranlarını %5 sakkarozda %2.74 ile %52.13, %10 sakkarozda %9.75 ile %56.08, %15 sakkarozda ise %1.84 ile %42.46 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Fernando ve ark. (2006) Amerikan kestanelerinde ortalama çiçek tozu çimlenme oranını %48 olarak belirlemiştir. Nienstaend (1955) polen çimlenme oranını %6.5 ile %54 arasında, Silva ve ark. (2020) ise 9 Japon kestane çeşidi ve 2 hibritte %3,69 ile %32,04 arasında tespit etmiştir. Bu çalışmanın verileri ve yapılan çalışmalar, çiçek tozu çimlenme oranının tür, çeşit ve ortam konsantrasyonlarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Kestane çeşitleri ve genotipleri arasında anter ve çiçek tozu boyutları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Çeşit/genotipler bazında ortalama anter boy uzunluğu 421.36  $\mu\text{m}$  ile 629.15  $\mu\text{m}$ , en uzunluğu 409.72  $\mu\text{m}$  ile 535.39  $\mu\text{m}$  arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). 'Karamehmet', 'Firdola', 'Seyrekdikeyen' ve 'Tülü' çeşit/genotiplerinin anter boyutlarının daha büyük olduğu, buna karşın hibrit çeşitler ('Maraval' ve 'Marigoule') ile 'Serdar' çeşidinin anter boyutlarının daha küçük olduğu belirlenmiştir. Önceki araştırmalarda, kestane çeşitleri ve genotiplerinin anter boy değerlerinin 208.8 ile 732.60  $\mu\text{m}$ , en değerlerinin ise 164.5 ile 609.11  $\mu\text{m}$  arasında değiştiği bulunmuştur (Mert ve Soylu, 2006; Kılınç ve Ertan, 2016; Sarıyar, 2019; Müftüoğlu ve Mert, 2022).

Çizelge 1. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu canlılık oranı (%)

Çeşit/Genotip	Canlı (%)	Yarı Canlı(%)	Cansız (%)
Ertan	25.22 d	37.25 ab	37.51 a
Erfelek	28.56 cd	34.30 bc	37.13 a
Firdola	27.05 cd	38.40 ab	34.54 ab
Gavuraşı	38.87 ab	28.94 cd	32.19 bc
Karamehmet	32.32 bc	37.19 ab	30.47 c
Maraval	40.21 a	34.86 bc	24.91 d
Marigoule	37.79 ab	34.23 bc	27.97 cd
Sarıaşlama	38.12 ab	32.01 bcd	29.85 c
Serdar	31.60 bc	43.73 a	24.67 d
Seyrekdikeyen	32.78 bc	34.95 bc	32.26 bc
Tülü	40.86 a	26.22 d	32.91 bc

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $p<0,05$ 'e göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu canlılık oranı

Çizelge 2. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu çimlenme oranları (%)

Çeşit/Genotip	Çiçek Tozu Çimlenme Oranı (%)	
	%5 Sakkaroz	%10 Sakkaroz
Ertan	35.20 a	31.50 abcd
Erfelek	28.78 ab	34.73 abc
Firdola	22.80 bc	26.28 de
Gavuraşı	34.77 a	35.28 ab
Karamehmet	18.40 c	28.28 bcde
Maraval	31.02 a	31.02 abcd
Marigoule	33.31 a	36.63 a
Sarıaşlama	32.35 a	31.78 abcd
Serdar	16.93 c	26.81 cde
Seyrekdikeyen	28.49 ab	23.01 e
Tülü	33.70 a	33.53 abcd

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $p<0,05$ 'e göre belirlenmiştir.

Çiçek tozlarının ortalama boy uzunluğu 16.53 µm-19.41 µm, en uzunluğu 10.68 µm ile 14.52 µm arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 3). En büyük çiçek tozu boyutları 'Tülü' genotipinde kayıt edilmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda çiçek tozu boy değerlerinin 13.14 µm ile 21.38 µm, ve en değerlerinin 8.72 µm ile 13.81 µm arasında değiştiği belirlenmiştir (Bounous ve ark., 1992; Mert ve Soylu, 2007; Sarıyar, 2019; Müftüoğlu ve Mert, 2022). Çalışmada incelenen çeşitlerin anter ve çiçek tozu boyutları, önceki araştırmalarla genel olarak uyumlu bulunmuştur.

Kestane çeşit/genotiplerin bir antere düşen ortalama çiçek tozu miktarının 5111.11 ile 8000 adet arasında değiştiği ve 'Seyrekdiken' (8000 adet), 'Serdar' (7777 adet) ile 'Marigoule' (7555 adet) çeşitlerinin bir anterdeki en yüksek çiçek tozu miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Mert ve Soylu (2006), bir antere düşen çiçek tozu miktarını 3850-5200 adet olarak belirlemiştir. Kılınc (2014) bu miktarı 1200-2300 adet, Tural (2019) ise 6800-15900 adet olarak tespit etmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, söz konusu araştırmaların bulguları arasında yer almaktadır.

Çizelge 3. Kestane çeşit ve genotiplerinde anter ve çiçek tozu boyutları, bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı

Çeşit/Genotip	Anter boyutları		Anterdeki çiçek tozu sayısı (adet)	Çiçek tozu boyutları	
	Boy (µm)	En (µm)		Boy (µm)	En (µm)
Ertan	513.02 <sup>de</sup>	464.42 <sup>def</sup>	5333.33	16.73 <sup>efg</sup>	10.68 <sup>c</sup>
Erfelek	552.96 <sup>c</sup>	475.86 <sup>cde</sup>	6444.44	16.59 <sup>fg</sup>	12.17 <sup>b</sup>
Firdola	627.11 <sup>a</sup>	504.02 <sup>bc</sup>	6222.22	16.93 <sup>defg</sup>	11.56 <sup>b</sup>
Gavuraşı	438.78 <sup>g</sup>	437.99 <sup>fg</sup>	5111.11	17.94 <sup>bc</sup>	11.71 <sup>b</sup>
Karamehmet	629.15 <sup>a</sup>	535.39 <sup>a</sup>	5555.56	17.34 <sup>cdef</sup>	12.11 <sup>b</sup>
Maraval	472.66 <sup>f</sup>	469.39 <sup>de</sup>	5333.33	16.53 <sup>g</sup>	12.16 <sup>b</sup>
Marigoule	421.36 <sup>g</sup>	421.69 <sup>gh</sup>	7555.56	17.36 <sup>cde</sup>	13.96 <sup>a</sup>
Sarıaşılama	516.94 <sup>d</sup>	457.66 <sup>ef</sup>	6000.00	17.31 <sup>cdef</sup>	12.13 <sup>b</sup>
Serdar	491.26 <sup>ef</sup>	409.72 <sup>h</sup>	7777.00	18.12 <sup>b</sup>	12.29 <sup>b</sup>
Seyrekdiken	598.95 <sup>b</sup>	489.22 <sup>cd</sup>	8000.00	17.63 <sup>abc</sup>	11.67 <sup>b</sup>
Tülü	526.93 <sup>d</sup>	521.03 <sup>ab</sup>	6444.44	19.41 <sup>a</sup>	14.52 <sup>a</sup>

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $p < 0,05$ 'e göre belirlenmiştir.

## SONUÇ

Farklı bölgelerde yapılan seleksiyon çalışmalarıyla seçilen kestane çeşit/genotipleri ile Ülkemizde yetiştiriciliği yaygınlaşan hibrit çeşitlerin çiçek tozu özellikleri, canlılık ve çimlenme oranları saptanmıştır. İncelenen tüm kestane çeşitlerinin tozlayıcılık niteliğine sahip olduğu belirlenmiştir. 'Maraval', 'Marigoule', 'Gavuraşı', 'Sarıaşılama', 'Tülü' ve 'Ertan' çeşitlerinin çiçek tozu çimlenme oranlarının, diğer çeşit ve genotiplere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, gelecekteki ıslah ve tozlayıcı çeşit araştırmaları yanı sıra, bahçe kurulumu aşamasında tozlayıcı çeşit seçiminde de önemli bir referans sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

Beyhan N, Serdar Ü (2008) Assessment of Pollen Viability and Germinability in Some European Chestnut Genotypes (*Castanea sativa* Mill.). Horticultural Science (Prague) 35 (4): 171-178.

Bounous G, Paglietta R, Peano C (1992) Methods for Observing Chestnut Pollen Viability, Germinability and Pollen Tube Growth. Proceedings of the International Chestnut Conference 76-78, Morgantown, West Virginia, July 10-14.

Bounous G, Marinoni DT (2005) Chestnut: Botany, Horticulture, and Utilization. Horticulture Reviews 31: 291-347.

Clapper RB (1954) Chestnut Breeding, Techniques and Results. II. Inheritance of Characters, Breeding for Vigour, and Mutations. The Journal of Heredity 45: 201-208.

Erdtman G. (1966). Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. New York.

Fernando D, Richards J, Kikkert J (2006) In Vitro Germination and Transient GFP Expression of American Chestnut (*Castanea dentata*) Pollen. Plant Cell Reports 25 (5), 450-456.

Jaynes RA (1975) Chestnuts . Advances in Fruit Breeding. In: Janick J, Moore JN (eds.), Lafayette, Purdue University Press. 490-503 .

Kılınc Ö, Ertan E (2016) Seleksiyonla Belirlenmiş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Genotiplerinin Erkek Çiçek Yapıları Üzerinde Araştırmalar. Bahçe Özel Sayı: VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri Cilt I: Meyvecilik 930- 937.

Kılınc Ö (2014). Seleksiyonla Belirlenmiş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Genotiplerinin Erkek Çiçek Yapıları



- Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Luo S, Zhang K, Zhong WP, Chen P, Fan XM, Yuan DY (2020). Optimization of in Vitro Pollen Germination and Pollen Viability Tests for *Castanea mollissima* and *Castanea henryi*. *Scientia Horticulturae* 271, 109481, 1-10.
- Mert C (2005) Bazı Fertil ve Steril Kestane Çeşitlerinin Polen ve Anter Yapıları Üzerinde Araştırmalar. Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Mert C, Soylu A (2006) Flower and Stamen Structures of Male-Fertile and Male- Sterile Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Cultivars. *Journal of the American International Society for Horticultural Science* 131 (6):752-759.
- Mert C, Soylu A (2007) Morphology and Anatomy of Pollen Grains from Male- Fertile and Male Sterile Cultivars of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82(3): 474-480.
- Mert C (2009) Temperature Responses of Pollen Germination in Walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Biological and Environmental Sciences* 3(8), 37-43.
- Müftüoğlu B (2017) Bazı Kestane Çeşit ve Genotiplerinin Fenolojileri ve Çiçek Yapıları Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Müftüoğlu B, Mert C (2022) Bazı Kestane Çeşitlerinin Erkek Çiçek Yapıları Üzerinde Araştırmalar. *Bahçe*, 51(2), 109-115.
- Nienstaend H (1955) Receptivity of the Pistillate Flowers and Pollen Germination Tests in Genus *Castanea*. Lake States Forest. Experiment Station, St. Paul Campus, St. Paul 1, Minn 40-45.
- Pereira-Lorenzo S, Ballester A, Corredoira E, Vieitez AM, Agnanostakis S, Costa R, Bounous G, Botta R, Beccaro GL, Kubisiak TL, Conedera M, Krebs P, Yamamoto T, Sawamura Y, Takada N, Gomes-Laranjo J, Ramos-Cabrer AM (2012). Chestnut. In: Badenes, ML, Byrne, DH (eds.), *Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding*. Springer US, Boston, MA, 729–769.
- Prohens J, Nuez F, Carena MJ (2008) *Handbook of Plant Breeding*. New York, Springer, 729-77
- Rutter PA, Miller G, Payner JA (1990) Chestnuts (*Castanea*). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*. *Acta Horticulturae* 290: 761–788.
- Sarıyar R (2019) Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Genotiplerinde Çiçek Yapıları ve Polen Morfolojisi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Silva DM, Zambon CR, Techio VH, Pio R. (2020) Floral Characterization and Pollen Germination Protocol for *Castanea Crenata* Siebold & Zucc. *South African Journal of Botany* 130: 389-395.
- Soylu A, Ayfer M (1981) Studies on Floral Biology and Fruit Setting of Some Important Chestnut Cultivars (*Castanea sativa* Mill.) Grown in Marmara Region. *Bahçe* 10:45-65.
- Soylu A (2004) Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri (Genişletilmiş II. Baskı). Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 64 s. İstanbul
- Tural E (2019). Seleksiyonla Belirlenmiş Kestane Genotiplerinin Tozlayıcılarının Saptanması Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

# Determination of Antibacterial Activity of Essential Oils from Aromatic Plants Against Pathogenic and Antibiotic-Resistant Microorganisms in Animals and Animal Products

Çiğdem YAMANER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes University, Agricultural Biotechnology Department , Aydın, Türkiye

**Abstract:** Dairy calf mastitis is a relatively common infectious condition that mostly results from *Staphylococcus aureus* infections. It causes significant economic losses for dairy farmers all over the world. Due to misuse of drugs, drug-resistant pathogens have started to emerge. Since these pathogens do not respond to commonly used treatments, the economic loss is increasing every year. In this study, the antimicrobial activity of three different plants (*Origanum onites*, *Teucrium polium*, and *Vitex agnus-castus*) collected from Aydın and its surroundings on six different antibiotic-resistant microorganisms, some of which are the causative agents of mastitis, was determined using agar disc diffusion methods. The essential oil of *O. onites* had 32 mm inhibition zone against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), while the antibiotic used as a standard had no effect. The essential oil of *T. polium* showed the smallest inhibition zone (3 mm) against MRSA and the biggest inhibition zone (20.5 mm) against *Pseudomonas aeruginosa*. Extracts of *V. agnus-castus* formed zones of inhibition against *Bacillus cereus* CCM99 and *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 of 23.5 and 36 mm, respectively. In addition, comparing the data of this study with literature data, it is suggested that  $\beta$ -farnesene in *T. polium*, carvacrol and o-cymene in *O. onites*, and 1,8-cineole in *V. agnus-cactus* L. may be more effective in antibacterial activity than other essential oil constituents. This study has shown that the essential oils of these plants could be important components of drugs that can be employed against multidrug-resistant pathogens that cause disease in humans and animals, many of which are foodborne.

**Keywords:** Essential oil, mastitis, *Origanum onites*, *Teucrium polium*, *Vitex agnus-castus*

**Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Hayvanlarda ve Hayvansal Ürünlerde Patojen ve Antibiyotiklere Dirençli Olan Mikroorganizmalara Karşı Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi**

**Öz:** Sığırlarda mastitis, çoğunlukla *Staphylococcus aureus* enfeksiyonlarından kaynaklanan nispeten yaygın bulaşıcı bir hastalıktır. Tüm dünyada süt üreticileri için önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. İlaçların yanlış kullanımı nedeniyle ilaca dirençli patojenler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu patojenler yaygın olarak kullanılan tedavilere yanıt vermediği için ekonomik kayıp her geçen yıl artmaktadır. Bu çalışmada, Aydın ve çevresinden toplanan üç farklı bitkinin (*Origanum onites*, *Teucrium polium* ve *Vitex agnus-castus* L.), bazıları mastitis etkeni ve antibiyotik dirençli olan altı farklı mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal aktivitesi agar disk difüzyon yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. *O. onites* uçucu yağı Metisilin-dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)'ya karşı 32 mm inhibisyon zonu oluştururken, standart olarak kullanılan antibiyotik hiçbir etkisi olmamıştır. *T. polium* uçucu yağı MRSA'ya karşı en küçük (3 mm) ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı en büyük (20,5 mm) inhibisyon zonunu göstermiştir. *V. agnus-castus* ekstraktları *Bacillus cereus* CCM99 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538'e karşı sırasıyla 23,5 ve 36 mm'lik inhibisyon bölgeleri oluşturmuştur. Ayrıca, bu çalışmanın verileri literatür verileri ile karşılaştırıldığında, *T. polium*'daki  $\beta$ -farnesen, *O. onites*'deki karvakrol ile *V. agnus-cactus* L.'deki 1,8-sineolün antibakteriyel aktivitede diğer uçucu yağ bileşenlerine göre daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, bu bitkilerin uçucu yağlarının, insanlarda ve hayvanlarda hastalığa neden olan ve çoğu gıda kaynaklı olan çoklu ilaç direncine sahip patojenlere karşı kullanılabilecek ilaçların önemli bileşenleri olabileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Esansiyel yağ, mastitis, *Origanum onites*, *Teucrium polium*, *Vitex agnus-castus*.

## INTRODUCTION

Intramuscular or intravenous injection of antibiotics, such as beta-lactams, is the primary therapy for mastitis (Tepeli, 2020). However, their careless usage has resulted in the growth of bacteria resistant to these antibiotics. An estimated 35,000 fatalities in the US are attributed to antibiotic-resistant illnesses each year. An approximate 94,000 invasive infections caused by Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and 18,500 fatalities were reported in the US in 2005 (Hirschmann, 2009). One of the top antibiotic-resistant infection agents, MRSA is considered a priority by the Public Health Agency of Canada (PHAC). Because of its stubborn behavior against the antibiotics and

other drugs that are most frequently used to treat both large and small infections, MRSA became known as a superbug. Currently, only a few expensive medications are effective in treating these illnesses. It is capable of continuously evolving and emerging. According to WHO studies, those infected with MRSA are 64% more likely to die than those infected with other diseases (Nandhini et al., 2022). Initially, MRSA infections were limited to health facilities. However, more

**\*Corresponding Author:** [cigdem.yamaner@adu.edu.tr](mailto:cigdem.yamaner@adu.edu.tr)

**The submitted date:** November, 03, 2024

**The accepted date:** December, 10, 2024

and more cases are being acquired from the community. Moreover, it's still uncertain whether MRSA will broaden its range of resistance, leading to more serious infections and more problems for the medical community (Waness, 2010). With an infectious dosage as low as a few hundred cells, *E. coli* serotype O157:H7 is one of the most well-known foodborne pathogens (Karmali, 2004). Worldwide, hemolytic uremic syndrome (HUS) and hemorrhagic colitis in humans have been linked to enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 (Griffin, 1995). According to Mustafa and İnanç (2018), the *E. coli* O157:H7 antibiotic sensitivity test revealed that the isolates were resistant to the antibiotics such as ampicillin, amoxicillin, chloramphenicol, ciprofloxacin, doxycycline, streptomycin, and tetracycline.

Gram-negative *Pseudomonas aeruginosa* (*Pseudomonadaceae*) is a common bacterium that can thrive in a range of conditions (Pang et al., 2019). Antibiotics frequently exhibit low efficiency because of *P. aeruginosa*'s adaptability and high level of antibiotic resistance, which increases mortality (Thi et al., 2020).

The use of plants for therapeutic purposes has a long history in both developed and developing countries in Eastern and Western civilizations. Plants have long been used as a source of ingredients in traditional medicines in many parts of the world, and there is growing interest in using plants to treat infectious microbial diseases (Chariandy et al., 1999). The surprising prevalence of antibiotic resistance in medically important microorganisms means that there is a constant need for novel and efficacious therapeutic agents (Monroe and Polk, 2000). The antibacterial action of plant oils and extracts that suppress bacterial growth may have different processes than commonly used antibiotics. As a result, plant-based antimicrobials can be useful in treating resistant bacteria strains in clinical settings.

The antimicrobial, antioxidant, and medicinal uses of *Origanum onites*, *Teucrium polium*, and *Vitex agnus-castus* have been investigated by many researchers (Tepe et al., 2005; Özcan and Chalchat, 2008; Badawy and Abdelgaleil, 2014; Sevindik et al., 2016; Taşkın et al., 2017). However, differences observed in the antibacterial activity of these plant extracts are thought to be due to the variation in the extraction method, the time of collection, and the geographical location of the plant. Therefore, there is a need for further investigation of their antimicrobial activity to better understand the therapeutic potential of *O. onites*, *T. polium*, and *V. agnus castus* fruits water distillation against a wider range of microorganisms, including multidrug-resistant strains. In the present study, the antimicrobial activities of the above-ground parts of *T. polium*, *O. onites* plants, and *V. agnus-castus* fruits collected from Aydın and its surroundings were investigated against four different gram-positive pathogenic microorganisms (*S. aureus* ATCC

6538, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Bacillus cereus* CCM 99, and *Enterococcus faecium* DSM 13590) and two different gram-negative pathogenic microorganisms (*Escherichia coli* Q157:H7 and *Pseudomonas aeruginosa*).

## MATERIAL and METHODS

### Collection of Plant Materials and Extraction of Essential Oil

During their flowering phases in July-August, the aerial portions of *T. polium*, *O. onites* plants, and *V. agnus-castus* fruits in September were gathered as study materials from Aydın and its surrounds. The samples that were gathered were sealed in cloth bags and stored in a dark room. 100 g or more of plants and 150 g of fruit samples were used in the process of extracting essential oils. Using water distillation by Clevenger apparatus, the extraction process was carried out.

### Bacteria Strains

In this study, six bacterial strains were used: methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), *S. aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* CCM 99, *Enterococcus faecium* DSM 13590, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Escherichia coli* Q157:H7, obtained from our own laboratory.

### Antimicrobial Activity Using Agar Disc Diffusion Method

Three plant extracts were tested for their antibacterial properties against two different gram-negative microorganisms (*Escherichia coli* Q157:H7 and *Pseudomonas aeruginosa*) and four different gram-positive microorganisms (*S. aureus* ATCC 6538, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Bacillus cereus* CCM 99, and *Enterococcus faecium* DSM 13590) using the disc diffusion method, which was modified from Benali et al. (2020) and Rota et al. (2004). Liquid solutions of microorganism strains prepared according to the 0.5 McFarland turbidity standard from the fresh cultures of the strains obtained after incubation in Nutrient Agar at 37 °C for 24 hours were used for antibiograms. Samples taken from the liquid solution tubes of each isolate with swabs were inoculated on Müeller Hinton Agar (MHA; Merck, USA) by smear inoculation method. After inoculation, sterile disks, with a diameter of 6 mm, containing 5 µL of pure essential oil and antibiotic disks were placed on the Müeller Hinton Agar surface at appropriate intervals, and the petri dishes were incubated at 37 °C for 24 hours. The diameters of the inhibition zones around the disks used in the antibiogram were measured. The trials were carried out with two repetitions.

## RESULTS and DISCUSSION

Research from all over the world confirms that the incidence of MRSA infections is on the rise. Both nations with substantial health resources and those with limited ones exhibit this pattern of increasing resistance. According to one Mexican study, the yearly rate of methicillin resistance

increased from 37% in 2000 to 49% in 2007 (Alvarez et al., 2009). A method utilized to overcome these resistance mechanisms involves the administration of pharmacological combinations. Hemaiswarya et al. (2008) suggest that plants are a useful source of secondary metabolites for combination treatment. Epigallocatechin gallate and the ampicillin/sulbactam combination may be useful in treating

MRSA infections, as demonstrated by Hu et al. (2001). In our research, it was found that *O. onites* essential oil alone was quite effective against MRSA. It was discovered that *O. onites* essential oil may be a natural extract that can be used instead of conventional treatments in MRSA infections (the MRSA inhibitory zone measured 32 mm) (Table 1).

Table 1. Antimicrobial activity (inhibition zones) of the essential oils from *O. onites* plants

Microorganisms	Inhibition zone (mm)*	
	<i>O. onites</i>	Antibiotic (Tobramycin)
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	32±0	0±0
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	42±2.8	22±2.8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24±0	12±0
<i>Escherichia coli</i> Q157:H7	23±1.4	20.5±4.9
<i>Bacillus cereus</i> CCM99	34±5.6	19±1.4
<i>Enterococcus faecium</i> DSM 13590	29±4.2	12±2.8

\*Results are expressed as mean; ± standard deviation (SD).

Essential oil composition affects the antimicrobial activity of plants. It was reported that the principal constituents of the essential oil of *O. onites* collected from the Aegean and Mediterranean regions are carvacrol (30.01-71.96%), p-cymene (3.90-10.07%), thymol (1.53-38.25%), and  $\gamma$ -terpinene (2.25-5.07%) have a strong antimicrobial effect on *E. coli* O157:H7 (Tekin 2013). Carvacrol (82.34%) was detected as the major component in the essential oil of *O. onites* collected from Çanakkale Kazdağ. In addition, the presence of glyceryl monostearate (5.64%) in the essential oil content was reported. 50  $\mu$ l of ethanol extract of *O. onites* collected from Kazdağ generated an inhibition zone of 10 mm in *E. coli*, 18 mm in *Pseudomonas aeruginosa*, 20 mm in *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, and 29 mm in *Staphylococcus aureus* (MRSA + MDR) (Canli et al. 2023). In our study, only 5  $\mu$ l of the extract obtained from *O. onites* by the water distillation method caused an inhibition zone of 23 mm in *Escherichia coli* Q157:H7, 24 mm in *Pseudomonas aeruginosa*, 42 mm in *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, and 32 mm in Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) (Table 1). The *O. onites* plant used in our study was collected from Aydın. Similarly, Sevindik et al. (2019) reported 37.08% carvacrol, 10.97% o-cymene, and 7.10%  $\gamma$ -terpinene in the essential oil content of the *O. onites* plant collected from Aydın. Although the carvacrol content was relatively low in the plant samples collected from Aydın, it was observed that the antimicrobial activity was high. In another study, the antibacterial activity of p-cymene and carvacrol was examined regarding their potential use as preservatives against *V. cholerae*, a foodborne microorganism. Carvacrol demonstrated a significant

inhibitory effect on *V. cholerae*, whereas p-cymene did not exhibit this effect. Nevertheless, it was demonstrated that the combined use of carvacrol and p-cymene resulted in an enhanced inhibitory effect (Rattanachakunsopon and Phumkhachorn 2010).

In the study by Sevindik et al. (2017), MRSA, *S. aureus* ATCC 6538, *E. faecium* DSM 13590, *E. coli* Q157:H7, *P. aeruginosa*, and *B. cereus* CCM 99 were all tested against essential oil derived from the *Mentha pulegium* plant. *E. faecium* and *E. coli* Q157:H7 produced the smallest zone of inhibition (9 mm), while *B. cereus* CCM99 produced the biggest zone of inhibition (23 mm). The identical microorganisms were used in our investigation to test the antimicrobial activity of essential oils of *O. onites*. *O. onites* essential oil was found to have an inhibitory effect on *B. cereus* CCM99 and *Enterococcus faecium* DSM 13590, with the zone of inhibition measured as 34 mm and 29 mm, respectively. In the study by Taşkın et al. 2017, antimicrobial test findings showed that methanol extracts of all *Origanum* species have a high potential for antibacterial activity against *S. aureus*. In our investigation, *O. onites* was very efficient against *S. aureus* ATCC 6538, with an inhibition zone of 42 mm (Table 1).

The essential oil of *T. polium* grown in Aydın ecological conditions was effective to varying degrees against MRSA, *S. aureus* ATCC 6538, *E. coli* Q157:H7, *P. aeruginosa*, *E. faecium* DSM 13590, and *B. cereus* CCM 99. The essential oil produced the smallest inhibition zone (3 mm) against MRSA and the largest inhibition zone (20.5 mm) against *P. aeruginosa* (Table 2)..

Table 2. Antimicrobial activity (inhibition zones) of the essential oils from *T. polium* plants

Microorganisms	Inhibition zone (mm)*	
	<i>T. polium</i>	Antibiotic (Tobramycin)
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	3±4.2	0±0
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	7±1.4	22±2.8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20.5±4.9	12±0
<i>Escherichia coli</i> Q157:H7	8±2.8	20.5±4.9
<i>Bacillus cereus</i> CCM99	13±1.4	19±1.4
<i>Enterococcus faecium</i> DSM 13590	8±0	12±2.8

\*Results are expressed as mean; ± standard deviation (SD).

Sevindik et al. (2016) examined the antimicrobial effect of *T. polium* collected from around Ardahan Çıldır Lake on MRSA and found the zone of inhibition to be 15 mm. In our study, it was determined that *T. polium* extract collected from around Aydın was not as effective on MRSA as *T. polium* extract collected from around Ardahan Çıldır Lake. The differences observed in the antibacterial activity of *T. polium* extract are thought to be due to the variation in the extraction method, the time of collection, and the geographical location of the plant. In addition, Sevindik et al. (2016) reported that  $\beta$ -farnesene (15.49%) was among the main components of the essential oil of *T. polium* collected from Ardahan. Similarly, Raei et al. (2013) reported that the essential oil *T. polium* collected from Tehran contains 13%  $\beta$ -farnesene, and *T. polium* essential oil is effective on *Klebsiella pneumoniae* with multidrug resistance. Kurtoğlu and Tin (2017) determined that the  $\beta$ -farnesene ratio in the essential oil of *T. polium* from Aydın and its surroundings was 1.32. The results indicated a correlation between the variation in the  $\beta$ -farnesene ratio in the essential oil according to geographical conditions and the antibacterial effect of *T. polium*. In a study on the *Tripleurospermum disciforme* plant, it was stated that the main component of the extracted essential oil during the flowering period was  $\beta$ -farnesene (22.46%) and had a strong antibacterial activity (Chehregani et al. 2010).

In another study, *T. polium* essential oil in which  $\beta$ -farnesene has not been detected had poor antibacterial activity on *P. aeruginosa* ATCC27853, but this activity against *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923, and *S. sonnei* was significant, while *S. enterica* ssp. *Arizona* CIP 81 was found resistant (Boukhebt et al., 2019).

The methanolic extract of *T. polium* growing in Iran demonstrated inhibitory activity against the growth of some bacteria, with different minimal inhibitory concentrations (MICs). While it inhibited the growth of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium* with a MIC of 40 mg/mL, the MIC value for *Bacillus anthracis* and *Bordetella*

*bronchiseptica* was 10 mg/mL. *Salmonella typhimurium* was mostly well affected by *T. polium* hydroalcoholic extract (Darabpour et al., 2010). This study also showed the effect of geographical conditions on the antibacterial properties of the essential oil of *T. polium*.

In a different investigation in Algeria, the essential oil of the methanolic extract of *T. polium* did not affect *E. coli* MC 4100 and *P. diminitus* (Zerroug et al., 2011). However, in another study, aqueous distillation of *T. polium* was found to be efficient against *P. aeruginosa* and *E. coli* in our investigation. Aqueous extracts of *T. polium* have been demonstrated in earlier research to be effective against bacteria and fungus, among other microbes (Jaradat, 2015). Thus, the extraction method for essential oils was also demonstrated to be effective in terms of antibacterial activity.

The antimicrobial properties of essential oils of some Labiatae family species from Şırnak-Silopi region was studied by Oğuz et al. (2008). In their study, also, the antimicrobial potency of *T. polium* was tested on microorganisms, including *E. coli* ATCC 29998, *S. aureus* ATCC 25923, and *B. Cereus* ATCC 1777. The study showed that the inhibition zone diameters of *S. aureus*, *E. coli*, and *B. cereus* were 15 mm, 8 mm, and 19 mm, respectively (Oğuz et al., 2008). According to these results, it was seen that *T. polium* extract was more efficient on gram-positive bacteria but less effective on gram-negative bacteria like *E. coli*. However, based on the findings of our investigation, it is not possible to draw such a broad conclusion.

In this study, the antibacterial activity of the essential oil of *V. agnus-castus* fruits growing in Aydın ecological circumstances was detected by the agar disk diffusion method. The essential oils of *V. agnus-castus* fruits were effective to varying degrees against MRSA, *S. aureus* ATCC 6538, *P. aeruginosa*, *E. faecium* DSM 13590, *E. coli* Q157:H7, and *B. cereus* CCM 99. The largest inhibition zone (36 mm) was observed against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, while the smallest inhibition zone (3.5 mm) was obtained against MRSA (Table 3).

Table 3. The antimicrobial activity (inhibition zones) of essential oils from *V. agnus-castus* fruits

Microorganisms	Inhibition zone (mm)*	
	<i>V. agnus-castus</i> fruits	Antibiotic (Tobramycin)
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	3.5±4.9	0±0
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	36±2.8	22±2.8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11±0	11±1.4
<i>Escherichia coli</i> Q157:H7	5±7.0	21.5±6.3
<i>Bacillus cereus</i> CCM99	23,5±0.7	19±1.4
<i>Enterococcus faecium</i> DSM 13590	19±1.4	12±2.8

\*Results are expressed as mean; ± standard deviation (SD).

Kavaz et al. (2022) showed that 312µg/mL ethanolic extract of *Vitex agnus-castus* L. seeds caused the formation of an inhibition zone of 11.0 mm on *S. aureus*, an inhibition zone of 9.0 mm on *S. typhimurium*, and an inhibition zone of 8.0 mm on *E. coli*. Balpınar et al. (2019) reported that *V. agnus-castus* L. extracts have an antibacterial effect on *S. aureus* and Coagulase-Negative Staphylococci (CNS) strains causing mastitis and that the extracts obtained from this plant can be utilized for mastitis treatment. These outcomes are in parallel with the results obtained in our study.

Different researchers determined that the major component of *V. agnus-cactus* L essential oil is 1,8-cineole (Tin et al. 2017). Therefore, unlike the essential oil content of *O. onites* and *T. polium*, it is thought that the essential oil of *V. agnus-cactus* L is more effective, especially on Gram-positive bacteria, and this activity may be due to the high 1,8-cineole compound in its content. Additionally, Şimsek and Duman (2017) reported in their study that 1,8-cineole enhanced the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gluconate against all tested microbial strains, except for *Pseudomonas aeruginosa*.

## CONCLUSION

This study highlights the remarkable antibacterial potency of the essential oils of *V. agnus-castus* fruits, *T. polium*, and *O. onites* against several important pathogenic bacteria, both Gram-positive and Gram-negative, including methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. In this context, the essential oils obtained from *V. agnus-castus* fruits, *T. polium*, and *O. onites* look promising as ingredients in antibacterial products for human, veterinary, and food use because *Escherichia coli* Q157:H7 and *Bacillus cereus* are causative agents of food poisoning, *Staphylococcus aureus* causes mastitis and other diseases, and the other microorganisms used in the study are opportunistic pathogens. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* is known to be resistant to many antibiotics. MRSA isolates pose a serious problem for both veterinarians and dairy cattle producers. The strong effect of *O. onites* on MRSA is very important data. Further studies are ongoing to identify the active chemical constituents of the essential oils of *O. onites*, *T. polium*, and *V. agnus-castus* fruits and to determine the antimicrobial mechanism.

## REFERENCES

- Alvarez JA, Ramírez AJ, Mojica-Larrea M, Huerta Jdel R, Guerrero J D, Rolón A L, and et al. (2009) Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* at a General Hospital: Epidemiological Overview Between 2000-2007. *Revista de Investigacion Clinica* 61:98-103.
- Badawy M, Abdelgaleil S (2014) Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils Isolated from Egyptian Plants Against Plant Pathogenic Bacteria and Fungi, *Industrial Crops and Products* 52:776-782.
- Balpınar N, Okmen G, Vurkun M (2019) Antibacterial and Antioxidant Activities of *Vitex agnus-cactus* L. Against Mastitis Pathogens. *Fresenius Environmental Bulletin* 28:9731– 9737.
- Benali T, Chtibi H, Bouyahya A, Khabbach A, Hammani K (2020) Detection of Antioxidant and Antimicrobial Activities in Phenol Components and Essential oils of *Cistus ladaniferus* and *Mentha Suaveolens* Extracts. *Biomedical and Pharmacology Journal* 13(2):603-612.
- Boukhebt H, Massoud R, Lasmi İ, Katfi F, Chaker AN, Lograda T (2019) Chemical Composition, Antibacterial Activity, and Anatomical Study of *Teucrium polium* L. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 12(6):337-341.
- Canli K, Bozyel ME, Turu D, Benek A, Simsek O, Altuner EM (2023) Biochemical, Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity of Steno-Endemic Origanum onites. *Microorganisms* 11:1987. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081987>.
- Chariandy CM, Seaforth CE, Phelps RH, Pollard GV, Khambay BP (1999) Screening of Medicinal Plants from Trinidad and Tobago for Antimicrobial and Insecticidal Properties. *Journal of Ethnopharmacology* 64:265- 270.
- Chehregani A, Mohsenzadeh F, Mirazi N, Hajisadeghian S, Baghali Z (2010) Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of *Tripleurospermum disciforme* in Three Developmental Stages. *Pharmaceutical Biology*

- 48(11):1280–1284.  
<https://doi.org/10.3109/13880201003770143>
- Darabpour E, Motamedi H, Seyyed Nejad SM (2010) Antimicrobial Properties of *Teucrium polium* Against Some Clinical Pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 3(2): 124-127.
- Griffin PM (1995) *Escherichia coli* O157:H7 and Other Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, p. 739-761. In M. J. Blaser, P. D. Smith, J. I. Ravdin, H. B. Greenberg, and R. L. Guerrant (ed.), *Infections of Gastrointestinal Tract*. Raven Press, New York.
- Hemaiswarya S, Kruthiventi AK, Doble M (2008) Synergism Between Natural Products and Antibiotics Against Infectious Diseases. *Phytomedicine* 15:639–652.
- Hirschmann JV (2009) The Epidemiology of MRSA, Available from: <http://www.medscape.com>.
- Hu Z-Q, Zhao W-H, Hara Y, Shimamura T (2001) Epigallocatechin Gallate Synergy with Ampicillin/Sulbactam Against 28 Clinical Isolates of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 48:361–364.
- Jaradat NA (2015) Review of the Taxonomy, Ethnobotany, Phytochemistry, Phytotherapy and Phytotoxicity of Germander Plant (*Teucrium polium* L). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 8:13-9.
- Karmali MA (2004) Infection by Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*: An Overview. *Applied Biochem and Biotech. - Part B. Molecular Biotechnology* 26:17-22.
- Kavaz A, Işık M, Dikici E, Yüksel M (2022) Anticholinergic, Antioxidant, and Antibacterial Properties of *Vitex agnus-Castus* L. Seed Extract: Assessment of Its Phenolic Content by LC/MS/MS. *Chemistry & Biodiversity* 19:e202200143
- Kurtoğlu C, Tin B (2017) Essential Oil Composition of *Teucrium polium* L. Grown in Aydın/Turkey. *Turkish journal of life sciences* 2(1):142-144.
- Monroe S, Polk R (2000) Antimicrobial Use and Bacterial Resistance. *Current Opinion in Microbiology* 3:496-501.
- Mustafa AS, İnanç A L (2018) Antibiotic Resistance of *Escherichia coli* O157:H7 Isolated from Chicken Meats. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 21(1):7-12. DOI: 10.18016/ksudobil.289192.
- Nandhini P, Kumar P, Mickymaray S, Alothaim AS Somasundaram, J and Rajan M (2022) Recent Developments in Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Treatment: A Review. *Antibiotics* 11:606. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050606>
- Oğuz D, Akın M, Saraçoğlu T H (2008) Antibacterial Effects of the Essential Oils of Some Plants of the Family Labiatae Growing Naturally around Şırnak-Silopi. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi* 31:5966.
- Özcan MM, Chalchat JC (2008) Chemical Composition and Antifungal Activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Oil from Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59:691–698.
- Pang Z, Raudonis R, Glick B R, Lin T J, Cheng Z (2019) Antibiotic Resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: Mechanisms and Alternative Therapeutic Strategies, *Biotechnology Advances* 37:177–192.
- Raei F, Ashoori N, Eftekhari F, Yousefzadi (2014) Chemical Composition and Antibacterial Activity of *Teucrium polium* Essential Oil Against Urinary Isolates of *Klebsiella pneumoniae*. *Journal of Essential Oil Research* 26(1):65-69. DOI: 10.1080/10412905.2013.828326.
- Rattanachakunsopon P, Phumkhachorn P (2010) Assessment of Factors Influencing Antimicrobial Activity of Carvacrol and Cymene against *Vibrio cholerae* in food. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 110:614–619. doi: 10.1016/j.jbiosc.2010.06.010.
- Rota C, Carramiñana J J, Burillo J, Herrera A (2004) In Vitro Antimicrobial Activity of Essential Oils from Aromatic Plants against Selected Foodborne Pathogens. *Journal of Food Protection* 67:1252–1256.
- Sevindik E, Abacı Z T, Yamaner C, Ayvaz M (2016) Determination of the Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of *Teucrium polium* and *Achillea millefolium* Grown under North Anatolian Ecological Conditions. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 30(2):375-380. <https://doi.org/10.1080/13102818.2015.1131626>
- Sevindik E, Aydın S, Kurtoğlu C, Tin B (2019) Evaluation of Essential Oil Composition of *Origanum onites* L. (Lamiaceae) Plant and Antifungal Activity on Some Strong Pathogen Fungi. *Advances in Food Sciences* 41(2):32-35.
- Sevindik E, Yamaner Ç, Kurtoğlu C, Tin B (2017) Chemical Composition of *Mentha spicata* L. subsp. *tomentosa* and *M. pulegium* L., and their Antimicrobial Activity on Strong Pathogen Microorganisms. *Notulae Scientia Biologicae* 9(1):73-76. DOI: 10.15835/nsb919923

- Şimsek M, Duman R (2017) Investigation of Effect of 1,8-cineole on Antimicrobial Activity of Chlorhexidine Gluconate. *Pharmacognosy Research* 9:234-7.
- Taşkın T, Sadıkoğlu N, Birteksoz-Tan S, Bitiş L (2017) In Vitro Screening for Antioxidant and Antimicrobial Properties of Five Commercial Origanum Species from Turkey. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 16(4):568-575.
- Tekin SB (2013) Bazi Origanum Türleri ve Biyoaktif Bileşenlerinin Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi, Ankara University, master thesis.
- Tepe B, Daferera D, Sokmen A, Sokmen M, Polissiou M (2005) Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oil and Various Extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). *Food Chemistry* 90:333–340.
- Tepeli SAZ (2020) *Origanum onites* ve *Ocimum basilicum*'un blaCTX-M Pozitif Enterobacteriaceae Üzerine Antimikrobiyal Etkisi. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences* 6: 206–216.
- Thi MTT, Wibowo D, Rehm BH. (2020). *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms. *International Journal of Molecular Sciences* 21:8671.
- Tin B, Kurtoğlu C, Sevindik E (2017) Evaluation of Chemical Composition of *Vitex agnus-castus* (Verbenaceae) Fruits Essential Oils Grown in Aydın/Turkey. *Turkish Journal of Life Sciences* 2(2):171-174.
- Waness A (2010) Revisiting Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Infections. *Journal of Global Infectious Diseases* 2(1):49-56.
- Zerroug M, Zouaghi M, Boumerfeg S, Baghiani A, Nicklin J Arrar L (2011) Antibacterial Activity of Extracts of *Ajuga iva* and *Teucrium polium*. *Advances in Environmental Biology* 5:491-5.





## Mikro Elementlerle Zenginleştirilmiş Budama Atığı Biyokömürün Alkalin Karakterli Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkisi

**Mehmet Burak TAŞKIN**<sup>1</sup>, **Muhittin Onur AKÇA**<sup>1</sup>, **Hanife AKÇA**<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara, Türkiye

**Öz:** Tarımsal verimliliği artırmaya yönelik sürdürülebilir yaklaşımların önemi her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda, biyokömürün hem karbon tutucu hem de toprak düzenleyici olarak kullanımı toprak sağlığı üzerinde dikkate değer bir uygulama olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, mikro elementlerle zenginleştirilmiş budama atığı biyokömürünün alkalin karakterli toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ve mineral element içeriklerine etkileri sera koşullarında araştırılmıştır. Budama atığı biyokömüründe,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  çözeltileri ile zenginleştirme işlemi yapılmıştır. Yapılan uygulamalar; kontrol, yalnızca biyokömür (BK) ve mikro elementlerle zenginleştirilmiş biyokömür kombinasyonları (BK+Fe, BK+Zn, BK+Mn, BK+Fe+Zn, BK+Fe+Mn, BK+Zn+Mn, BK+Fe+Zn+Mn) şeklinde düzenlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bitki azot (N) konsantrasyonu ise  $9.14-12.2 \text{ g kg}^{-1}$  arasında değişmiş olup, en yüksek N konsantrasyonu BK+Fe+Zn uygulaması ile elde edilmiştir. Yaş bitki ağırlıkları  $145-181 \text{ g saksı}^{-1}$ , kuru ağırlıklar ise  $21.6-26.1 \text{ g saksı}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir. Demir ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Fe), bitki boyu ve gövde çapı parametreleri açısından en olumlu sonuçları vermiştir. Mikro element konsantrasyonları incelendiğinde, bitki Fe konsantrasyonu  $68.1-116 \text{ mg kg}^{-1}$ , Zn konsantrasyonu  $56.6-164 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu BK+Zn uygulamasıyla elde edilirken, en yüksek Mn konsantrasyonu BK+Fe+Zn+Mn kombinasyonu ile elde edilmiştir. BK+Fe uygulamasının, mısır bitkisi gelişimi ve mikro element konsantrasyonu açısından en etkili uygulama olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, biyokömür materyallerinde mikro elementlerle zenginleştirme çalışmalarının farklı bitki, hammadde ve iklim koşullarında yapılmasının gerekli olduğu ortaya konulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Çinko, demir, mangan, mısır, modifiye biyokömür, zenginleştirme

**The Effect of Pruning Residue Biochar Enriched with Micronutrients on the Growth of Maize Grown in Alkaline Soil**

**Abstract:** The importance of sustainable approaches to enhancing agricultural productivity is growing increasingly. In this context, the use of biochar as both a carbon sequestrant and a soil conditioner stands out as a notable application for soil health. In this study, the effects of pruning residue biochar enriched with micronutrients on the growth and mineral content of maize grown in alkaline soil were investigated under greenhouse conditions. The biochar was enriched using  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , and  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  solutions. The treatments included a control, only biochar (BK), and combinations of biochar enriched with micronutrients (BK+Fe, BK+Zn, BK+Mn, BK+Fe+Zn, BK+Fe+Mn, BK+Zn+Mn, BK+Fe+Zn+Mn). According to the results, the plant nitrogen (N) concentration ranged between  $9.14-12.2 \text{ g kg}^{-1}$ , with the highest N concentration observed in the BK+Fe+Zn treatment. Fresh plant weights ranged from  $145$  to  $181 \text{ g pot}^{-1}$ , while dry weights varied between  $21.6$  and  $26.1 \text{ g pot}^{-1}$ . Biochar enriched with iron (BK+Fe) provided the most favorable results in terms of plant height and stem diameter parameters. When examining the uptake of micronutrients, plant Fe concentrations ranged from  $68.1$  to  $116 \text{ mg kg}^{-1}$ , and Zn concentrations ranged from  $56.6$  to  $164 \text{ mg kg}^{-1}$ . The highest Zn concentration was obtained with the BK+Zn treatment, while Mn concentration reached its highest level with the BK+Fe+Zn+Mn combination. The BK+Fe treatment proved to be the most effective in terms of maize growth and micronutrient uptake. In conclusion, it was demonstrated that biochar enrichment with micronutrients should be tested under different plant, raw material, and climate conditions.

**Keywords:** Zinc, iron, manganese, maize, modified biochar, enrichment

### GİRİŞ

Günümüzde 8 milyar civarında olan dünya nüfusunun 2050 yılında 10 milyar seviyelerine çıkacağı ön görülmektedir (İslam ve Karim, 2019). Artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla tarım alanlarının genişletilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte tarım alanlarının günümüzde doğal sınırlarına ulaştığı düşünülmektedir. Diğer taraftan, tarımsal üretim alanları; kuraklık, tuzluluk, kirlilik, çölleşme-erozyon gibi çeşitli faktörlerin tehdidi altında her geçen gün daralmaktadır. Bu sebeple artan insan popülasyonunun beslenmesinde en önemli kaynak olan tarım topraklarının verimli ve sürdürülebilir kullanımı için yeni tarımsal stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkemiz tarım topraklarında verimliliği sınırlandıran en önemli faktörlerin başında organik madde yetersizliği gelmektedir. Ülkemizde yaklaşık olarak her yıl 100 milyon ton civarında tarımsal üretim neticesinde elde edilen ve topraklarımızın organik madde düzeyini artırabilecek nitelikte biyokütle ortaya çıkmaktadır (Sümer ve ark., 2016). Fakat bu artıklar ülkemizde genellikle tarlada bırakılmakta veya yakılmakta ve bu durum kontrolsüz koşullarda çevre kirliliği riski oluşturmaktadır. Sonuç olarak bu denli kıymetli

\*Sorumlu Yazar: [hmert@ankara.edu.tr](mailto:hmert@ankara.edu.tr)

Geliş Tarihi: 9 Kasım 2024

Kabul Tarihi: 20 Aralık 2024

bir materyal tarımsal üretimde değerlendirilememektedir. Günümüzde organik atıkların geri kazanımı yoluyla tarım topraklarında yeniden değerlendirilmesi önem kazanan bir konudur (Namlı ve ark., 2017; Asghar ve ark., 2022). Bununla birlikte toprakların organik madde düzeyini artırabilmek için bu materyallerin kompostlama, piroliz gibi işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir.

Tarımsal biyokütlenin oksijensiz veya sınırlı oksijenli bir ortamda yüksek sıcaklıklarda (300-700°C) yakılması işlemine piroliz, elde edilen katı materyale de biyokömür adı verilmektedir. Karbon bakımından zengin bir materyal olan biyokömür, enerji üretimi amacıyla kullanılabilceği gibi tarımsal üretimde verimliliği artırma potansiyeline de sahip bir toprak düzenleyicidir (Lehmann 2007, a,b). Biyokömürün organik materyallerin mineralizasyonu sonucunda ortaya çıkan karbonu toprağa bağlayarak karbon emisyonlarını azalttığı, topraklarda katyon değişim kapasitesini, agregasyonu, su iletimini ve mikrobiyal biyokütleyi artırdığı bildirilmektedir. (Lehmann ve Joseph, 2009). Diğer taraftan biyokömür ağır metalleri adsorbe eden, dolayısıyla bitkilerde ağır metal birikimini azaltan önemli bir kaynaktır (Park ve ark., 2011; Mohan ve ark., 2014; Akça ve ark., 2023). Biyokömür uygulamalarıyla hardal bitkisinde Cd, Pb ve Cu (Park ve ark., 2011), mısırdaki As, Cd ve Cu (Namgay, 2010), kolzadaki Cd, Zn ve Pb (Houben ve ark., 2013) konsantrasyonlarının düştüğü belirlenmiştir. Lentz ve Ippolito (2012) ile Inal ve ark., (2015) alkalin karakterli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin Fe konsantrasyonlarının düştüğünü ifade etmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda bitkisel (Kloss ve ark., 2014) ve hayvansal kökenli (Gunes ve ark., 2014) biyokömür uygulamalarının farklı bitkilerde Fe, Zn ve Mn konsantrasyonlarını azalttığı bildirilmiştir.

Ağır metaller, bitki gelişimi üzerine toksik etki yapanlar (Cd, Pb, As, Hg, Ag) ve bitki gelişimi için ihtiyaç duyulanlar (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo) olmak üzere 2 grup altında toplanmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006). Bu haliyle toksik etki yapan ağır metal konsantrasyonlarının biyokömür uygulamaları neticesinde bitkide azalması tarımsal üretim için istenen bir durumken, mutlak gerekli ağır metal konsantrasyonlarının bitkide azalması tarımsal üretimde düşüşlere neden olabilecek bir olgudur. Diğer taraftan gizli açlık olarak ifade edilen ve günümüzde yaklaşık 1 milyar insanı tehdit eden durumun temel nedeni tüketilen gıdalardaki mikro element eksiklikleridir (Cakmak, 2008). Bu sebeple günümüzde biyokömür gibi önemli bir toprak düzenleyicisinin alkali doğası da düşünüldüğünde direk tarım topraklarına uygulanması özellikle ülkemiz gibi kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda yetiştirilen bitkilerde gizli açlık riskini daha da derinleştirebilir. Bu sebeple araştırmacılar, piroliz öncesinde veya sonrasında yapılan çeşitli modifikasyon

yöntemleri ile biyokömürün zayıf yönlerini iyileştirme çabasına girmişlerdir (Sahin ve ark., 2017; Sizmur ve ark., 2017). Günümüzde zenginleştirme (modifikasyon) çalışmaları kimyasal, fiziksel, manyetik ve mineral adsorbent uygulamalarını içermektedir (Rajapaksha ve ark., 2016). Bu yöntemler arasında, çeşitli asitlerle (HNO<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) bazlarla (KOH, NaOH), fonksiyonel gruplarla (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub>), organik çözücülerle (metanol, polietilenimin), metal oksitlerle (Fe, Mn, Zn, Mg oksit) ve çeşitli kaplama materyalleriyle yapılan kimyasal modifikasyon işlemleri ön plana çıkmaktadır. Bu modifikasyon yöntemi ile biyokömürde arzu edilen mikro element seviyelerine yakın değerler elde edilebilmektedir (Xue ve ark., 2012; Li ve ark., 2014; Guan ve ark., 2014; Jing ve ark., 2014; Jung ve ark., 2015; Sahin ve ark., 2017).

Yapılan bu çalışmada budama atığı biyokömürü çeşitli mikro element kaynaklarıyla zenginleştirilmiş ve elde edilen biyokömürlerin etkinliği sera koşullarında ve alkalin karakterli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisinde test edilmiştir.

## **MATERYAL VE YÖNTEM**

### **Budama Atığı Biyokömürünün Hazırlanması**

Çalışmada özel bir işletmeden farklı kaynaklardan (kavak, söğüt, elma ve vişne) karıştırılarak elde edilen budama artıkları kullanılmıştır. Budama artıkları açık hava koşullarında yaklaşık 90 gün bekletilmiş ve yavaş piroliz yöntemiyle tamamen kapalı bir yakma ünitesinde piroliz edilmiştir (Şekil 1). Piroliz işlemi sonrasında biyokömür 1 mm'lik elekten elenerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

### **Mikro Elementlerle Zenginleştirilmiş Budama Atığı Biyokömürünün Hazırlanması**

Bu amaçla öncelikli olarak %10'luk (w/v) FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ve MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O çözeltileri hazırlanmıştır. Sonrasında 125 g budama artığı biyokömürünün üzerine doygun hale gelinceye kadar (250 ml) bu çözeltilerden tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlar olacak şekilde yavaşça ilave edilmiş ve temiz bir yüzeye örnekler yayılarak laboratuvar koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Laboratuvarda hava kuru hale getirilen biyokömür örnekleri mikroelement bulaşmasını önleyecek çelik kaplama bir öğütücü ile öğütülmüş ve 200 um elekten geçirilerek elenmiştir.

### **Sera Denemesinin Kurulması**

Çalışmada kullanılan toprak örneği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Taşkın ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada mikro element eksikliği belirlenen bir alandan (40°01'48"K-32°14'23"D, 683 m) alınmıştır. Sera denemesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü seralarında (39° 57' 44" K-32° 51' 46" D, 849 m) 2 kg toprak alan saksılarda (16 cm uzunluk, 17.5 cm yükseklik, ve

12.0 cm üst yarıçap) 10.04.2019-27.06.2019 tarihleri arasında 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışmada deneme konuları; 1- kontrol (-BK), 2- budama atığı biyokömürü (BK), 3- demir ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Fe), 4- çinko ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Zn), 5- mangan ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Mn), 6- demir ve çinko ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Fe+Zn), 7- demir ve mangan ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Fe+Mn), 8- çinko ve mangan ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Zn+Mn), 9- demir, çinko ve mangan ile zenginleştirilmiş biyokömür (BK+Fe+Zn+Mn) şeklindedir. Biyokömür uygulamaları önceki çalışmalarda da (Gunes ve ark., 2015; Taşkın ve ark., 2019) kullanılan ve etkinliği en fazla görülen dozda (10 g kg<sup>-1</sup> düzeyinde) ilgili saksılara yapılmıştır. Temel gübreleme amacıyla tüm saksılara 100 mg kg<sup>-1</sup> N (amonyum nitrat %33 N), 50 mg kg<sup>-1</sup> P ve 62.5 mg kg<sup>-1</sup> K (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) uygulanmıştır. Gübreler ve zenginleştirilmiş biyokömürler toprakla karıştırıldıktan sonra her saksıya 8 adet mısır (*Zea mays* L. cv. Pioneer P0900) tohumu ekilmiş ve çıkışlar tamamlandıktan sonra her saksıda 4 adet bitki kalacak şekilde seyreltme

yapılmıştır. Seyreltme işleminden 4 hafta sonra tüm saksılara üst gübreleme amacıyla 100 mg kg<sup>-1</sup> N (amonyum nitrat %33 N) uygulanmıştır. Deneme süresince bitkiler tarla kapasitesinin %70'i olacak şekilde sulanmış ve periyodik aralıklarla saksıların yerleri değiştirilmiştir. Bitki gelişiminin 10. haftasında bitkiler toprakla birleştiği yerden hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler hava sirkülasyonlu bir kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C'de kurutulmuş ve sonrasında öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

#### Deneme Toprağı ve Biyokömür Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Denemede kullanılan toprak örneğinde pH (Jackson, 1958), EC (Richards, 1954), kireç (Hızalan ve Ünal, 1966), organik madde (Jackson, 1958), tekstür (Bouyoucos, 1951), toplam azot (Bremner, 1965), bitkiye yararlı fosfor (Olsen ve ark., 1954), değişebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum (Pratt, 1965), bitkiye yararlı demir, çinko, bakır ve mangan (Lindsay ve Norvell, 1978) analizleri yöntemlerde belirtildiği şekilde yapılmış ve sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Budama atığından geleneksel yavaş piroliz yöntemiyle biyokömür elde etme aşamaları

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği	Birim	Miktar
Tekstür Sınıfı (Kil)	% Kil	41.8
	% Silt	25.3
	% Kum	32.9
pH	1:2.5 (toprak:su)	8.28
Elektriksel İletkenlik (EC)	$\mu\text{S cm}^{-1}$	320
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	$\text{g kg}^{-1}$	8.21
Organik madde	$\text{g kg}^{-1}$	10.5
Toplam Azot (N)	$\text{g kg}^{-1}$	0.83
Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P)	$\text{mg kg}^{-1}$	3.93
Değişebilir Potasyum (K)	$\text{mg kg}^{-1}$	868
Değişebilir Kalsiyum (Ca)	$\text{mg kg}^{-1}$	6811
Değişebilir Magnezyum (Mg)	$\text{mg kg}^{-1}$	1321
Bitkiye Yarayışlı Demir (Fe)	$\text{mg kg}^{-1}$	1.90
Bitkiye Yarayışlı Çinko (Zn)	$\text{mg kg}^{-1}$	0.42
Bitkiye Yarayışlı Manganez (Mn)	$\text{mg kg}^{-1}$	5.58
Bitkiye Yarayışlı Bakır (Cu)	$\text{mg kg}^{-1}$	1.70

Biyokömür örneklerinde pH ve EC (1:10 (w/v) Jackson, 1958), biyokömür verimi (Sadaka ark., 2014), kül miktarı (Aller ark., 2017) analizleri yapılmıştır. Ayrıca yaş yakma işlemi ile

ekstrakte edilen biyokömür örneklerinde toplam P, K, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları belirlenmiş (Isaac ve Kerber, 1971) ve sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan zenginleştirilmiş biyokömür materyallerinin bazı fizikokimyasal özellikleri

Özellik	BK	BK+Fe	BK+Zn	BK+Mn	BK+Fe+Zn	BK+Fe+Mn	BK+Zn+Mn	BK+Fe+Zn+Mn
pH	9.45	3.94	4.46	5.96	6.81	3.84	6.26	4.24
EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	572	3110	7160	9840	8080	10920	12510	14240
Biyokömür verimi (%)	35.2	-	-	-	-	-	-	-
Kül içeriği (%)	7.20	-	-	-	-	-	-	-
P ( $\text{g kg}^{-1}$ )	1.90	2.48	1.78	1.44	2.48	2.54	2.71	2.31
K ( $\text{g kg}^{-1}$ )	7.02	7.56	7.02	7.56	7.20	7.02	6.66	5.76
Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	5544	27966	2214	1963	25066	14438	2276	13234
Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	33.8	15.8	34099	175	32159	231	24979	27039
Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	185	137	99.2	27434	325	32754	24914	28134
Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	67.2	75.0	74.8	56.8	60.0	54.0	57.6	48.4

### Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Bitki örnekleri hasat edildikten sonra bitki boyu bir cetvel yardımı ile herbir saksıdaki 4 bitkinin boy uzunluğu ve gövde çapı ölçülüp ortalaması alınarak kaydedilmiştir. Hasat edilen bitkilerin hassas terazi yardımı ile yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Öğütülüp analize hazır hale getirilen bitki örneklerinde toplam N, Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır. HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub> karışımı ile (4/1) yaş yakılan bitki örneklerinde toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları Perkin Elmer Optima 2100 DV ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Temminghoff ve Houba, 2004). Hasat işleminden 1 gün önce öğlen saatlerinde SPAD metre

(Spektrum CM 1000) ile mısır bitkisinde nispi klorofil kapsamı da ayrıca belirlenmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Araştırma sonunda elde edilen verilerin önemliliği MINITAB 17 paket programı ile, ortalamalar arasındaki farkın önemlilik durumu ise MSTAT paket programı kullanılarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş, 1963).

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Bitki Örneklerinde Yaş ve Kuru Ağırlık ile Bitki Boyu, Gövde Çapı ve Nispi Klorofil İçerikleri

Hasat edilen bitkilerde yaş ve kuru ağırlık değerlerinin sırasıyla 145-181 g saksı<sup>-1</sup> ile 21.6-26.1 g saksı<sup>-1</sup> arasında

değişim gösterdiği ve uygulamalar arasında meydana gelen bu farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Yaş ve kuru ağırlık değerleri incelendiğinde; BK ve BK+Fe uygulamalarının kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı, diğer BK uygulamaları sonucunda elde edilen değerlerin ise kontrole göre daha düşük olduğu saptanmıştır. İslam ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, çeltik bitkisine Fe ile zenginleştirilmiş mısır koçanı biyokömürü uygulamasının ve biyokömür uygulamasının yapılmadığı her iki durumda elde edilen yaş ve kuru ağırlık değerlerinin birbirine yakın olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Chen ve ark. (2021), buğday bitkisinde buğday samanı BK'ü ve Fe ile zenginleştirilmiş BK uygulamasının tane verimini kontrole göre az da olsa iyileştirdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu durumu yalnızca BK uygulaması ile rizosfer pH'sının artmasına, Fe ile zenginleştirilmiş BK uygulaması ile pH'nın düşüşü ile rizosfer bölgesinde daha iyi bir gelişim ortamı sağlanmasına bağlamışlardır. Bitki boyu ve gövde çapı üzerine farklı mikro elementlerle zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının etkisi önemli olmuştur. Bitki boyu bakımından BK+Fe+Mn dışındaki tüm BK kaynakları kontrol ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 3). Algethami ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada; kolza bitkisine uygulanan mısır koçanı

biyokömürü (BK) ve Fe ile zenginleştirilmiş BK uygulamalarının bitki boyu bakımından istatistiki olarak aynı grupta yer aldığını bildirmişlerdir. Mısır bitkilerinin gövde çapında BK uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Gövde çapı bakımından tüm uygulamalar kontrol ile aynı grupta yer alırken, BK+Fe uygulamasına göre; BK+Zn, BK+Fe+Zn ve BK+Zn+Mn uygulamaları ile önemli oranda daha düşük gövde çapı elde edilmiştir (Çizelge 3). Bitkilerde fotosentez düzeyinin en önemli göstergelerinden biri olan nispi klorofil içeriği üzerine farklı mikro elementlerle zenginleştirilmiş BK uygulamalarının etkisi önemli olmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol ile karşılaştırıldığında; BK+Fe+Zn, BK+Fe+Mn ve BK+Fe+Zn+Mn uygulamaları ile nispi klorofil içeriklerinin önemli miktarda düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 3). Dad ve ark. (2021), buğday samanı biyokömürünü Fe ile zenginleştirmiş ve turp bitkisi klorofil a içeriğinin kontrol ve Fe-BK uygulamalarının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığını bildirmişlerdir. Lahori ve ark. (2023) darı bitkisine uygulanan Zn ile zenginleştirilmiş meyve atığı biyokömürü ve fındık kabuğu biyokömürünün nispi klorofil içeriği bakımından kontrole aynı grupta yer aldığını belirlemişlerdir.

Çizelge 3. Mikro elementlerle zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının mısır bitkisi yaş ve kuru ağırlığı ile bitki boyu, gövde çapı ve nispi klorofil içeriğine etkisi

Uygulamalar	Yaş ağırlık g saksı <sup>-1</sup>	Kuru ağırlık g saksı <sup>-1</sup>	Bitki boyu cm	Gövde çapı cm	Nispi İçeriği	Klorofil
Kontrol	181±5.47 a	25.9±0.42 a	90.3±1.96 abc	7.32±0.23 abc	167±6.75 abc	
BK	177±3.45 a	26.1±0.38 a	89.5±2.08 abcd	7.57±0.17 ab	178±3.94 a	
BK+Fe	181±1.15 a	25.7±0.51 a	92.5±3.65 ab	7.87±0.09 a	175±3.71 ab	
BK+Zn	155±5.70 b	23.0±0.28 b	97.6±4.18 a	6.97±0.27 c	163±3.52bcd	
BK+Mn	152±4.61 b	22.6±0.74 b	86.4±1.96 bcd	7.59±0.16 ab	159±1.96 cde	
BK+Fe+Zn	145±7.73 b	21.6±0.67 b	87.0±3.91 bcd	7.16±0.15 bc	153±4.30 de	
BK+Fe+Mn	154±3.54 b	22.7±0.21 b	80.6±1.39 d	7.47±0.10 abc	140±1.84 f	
BK+Zn+Mn	157±4.58 b	23.1±0.44 b	89.5±1.82 abcd	7.28±0.13 bc	158±4.35 cde	
BK+Fe+Zn+Mn	149±3.05 b	21.7±0.31 b	82.1±2.15 cd	7.69±0.17 ab	148±4.35 ef	
F değeri	9.39**	14.7**	3.54**	2.64*	9.11**	
LSD	13.7	1.37	7.97	0.50	11.9	

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$

#### Bitki Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları

Farklı mikro elementlerle zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının mısır bitkisinin azot (N) konsantrasyonlarına etkisi önemli bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde; bitki N konsantrasyonlarının 9.14-12.2 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında; BK+Fe+Zn ve BK+Fe+Zn+Mn uygulamaları ile daha yüksek N konsantrasyonlarına ulaşılmıştır (Çizelge 4). Zenginleştirilmiş BK kaynakları daha yüksek katyon değişim kapasitesine (KDK) sahip olduğundan azotun yıkanması veya denitrifikasyonla kaybı önlenabilmektedir. Bu durumun azotlu gübrelemenin etkinliğini artırdığı düşünülmektedir. (Utomo ve ark., 2017). Algethami ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada; kolza bitkisine uygulanan mısır koçanı BK ve Fe ile

zenginleştirilmiş BK uygulamalarının protein oranı bakımından aynı grupta yer aldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Mukhtar ve ark. (2023), çeltik kavuzu biyokömürünü Fe, Zn ve Mn ile zenginleştirmişler ve buğday tane protein oranı bakımından tüm BK uygulamaları ile kontrolün aynı grupta yer aldığını ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda bitki fosfor (P) konsantrasyonlarının 1.48-2.09 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği fakat bu değişimin istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Bitki potasyum (K) konsantrasyonları üzerine biyokömür uygulamalarının önemli etkide bulunduğu saptanmıştır. BK+Mn, BK+Fe+Zn, BK+Zn+Mn ve BK+Fe+Zn+Mn uygulamaları ile kontrole göre daha düşük K konsantrasyonları elde edilirken, diğer uygulamaların kontrol ile aynı sınıfta yer aldığı belirlenmiştir

(Çizelge 4). Algethami ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada; kolza bitkisine uygulanan Fe ile zenginleştirilmiş BK uygulamalarının bitki K konsantrasyonunu kontrole göre önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir. Biyokömür uygulamalarının mısır bitkisinin kalsiyum (Ca) ve magnezyum

(Mg) konsantrasyonları üzerine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4). Jones ve ark. (1991)'e göre mısır bitkisinin N ve P konsantrasyonları hariç tüm uygulamalarda K, Ca ve Mg y konsantrasyonları yeterli olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Mikro elementlerle zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının mısır bitkisi azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonlarına etkisi

Uygulamalar	N, g kg <sup>-1</sup>	P, g kg <sup>-1</sup>	K, g kg <sup>-1</sup>	Ca, g kg <sup>-1</sup>	Mg, g kg <sup>-1</sup>
Kontrol	9.14±0.37 c	2.04±0.10	39.7±1.07 ab	5.62±0.23	1.99±0.06
BK	10.0±0.14 c	2.09±0.10	41.8±1.06 a	6.20±0.14	2.23±0.06
BK+Fe	10.5±0.17 bc	1.85±0.19	42.7±2.36 a	6.34±0.27	2.31±0.11
BK+Zn	9.88±0.32 c	1.76±0.09	35.8±1.77 bc	5.97±0.22	2.11±0.10
BK+Mn	10.6±0.41 bc	1.88±0.15	35.3±0.31 c	5.64±0.24	2.14±0.05
BK+Fe+Zn	12.2±0.75 a	1.78±0.27	34.0±1.02 c	5.92±0.48	1.88±0.04
BK+Fe+Mn	10.6±0.43 bc	1.64±0.07	36.2±1.22 bc	5.40±0.21	2.13±0.11
BK+Zn+Mn	9.79±0.26 c	1.78±0.05	33.4±0.41 c	5.74±0.47	2.18±0.12
BC+Fe+Zn+Mn	11.7±0.78 ab	1.48±0.09	32.5±1.06 c	5.96±0.66	2.14±0.06
F değeri	4.39**	1.82 <sup>öd</sup>	8.29**	0.68 <sup>öd</sup>	2.24 <sup>öd</sup>
LSD	1.33	-	3.73	-	-

öd: önemli değil, \*\*p<0.01

#### Bitki Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonları

Farklı mikro elementlerle zenginleştirilmiş BK uygulamalarının mısır bitkisinin Fe konsantrasyonlarına etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05). Bitki örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonlarının 68.1-116 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında, yalnızca BK+Fe+Mn uygulaması ile daha yüksek Fe konsantrasyonunun elde edildiği, diğer BK kaynaklarının ise kontrole aynı sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Dad ve ark. (2021), buğday samanı biyokömürünü Fe ile zenginleştirilmiş ve turp bitkisinde Fe konsantrasyonu bakımından kontrol ve Fe-BK uygulamalarının aynı grupta yer aldığını bildirmişlerdir. Gao ark. (2021), yaptıkları bir çalışmada Fe ve Mn ile zenginleştirilmiş BK uygulamasının buğday tanesi Fe konsantrasyonunu kontrole göre önemli oranda artırdığını ifade etmişlerdir. Biyokömür uygulamalarının mısır bitkisi Zn konsantrasyonu üzerine Çizelge 5. Mikro elementlerle zenginleştirilmiş biyokömür uygulamalarının mısır bitkisi demir, çinko, mangan ve bakır konsantrasyonlarına etkisi

önemli etkide bulunduğu saptanmıştır (p<0.05). BK+Zn uygulaması ile en yüksek Zn konsantrasyonuna (164 mg kg<sup>-1</sup>) ulaşırlarken, bunu sırasıyla BK+Fe+Zn (103 mg kg<sup>-1</sup>), BK+Zn+Mn (73.7 mg kg<sup>-1</sup>) ve BK+Fe+Zn+Mn uygulamaları (56.6 mg kg<sup>-1</sup>) takip etmiştir (Çizelge 5). Mukhtar ve ark. (2023), çeltik kavuzu biyokömürünü Fe, Zn ve Mn ile zenginleştirmişler ve buğday Zn konsantrasyonu bakımından yalnız BK uygulaması ile Fe ve Mn ile zenginleştirilmiş BK uygulamalarının aynı sınıfta yer aldığını, Zn ile zenginleştirilmiş BK'nın ise bunlardan önemli oranda yüksek Zn konsantrasyonu sağladığını belirlemişlerdir. Bitki Mn konsantrasyonu üzerine biyokömür uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05). Bitkide en yüksek Mn konsantrasyonuna BK+Fe+Zn+Mn uygulamasıyla ulaşılmışken; BK+Zn+Mn, BK+Fe+Mn ve BK+Mn uygulamaları ile kontrole göre daha yüksek Mn konsantrasyonu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Uygulamalar	Fe, mg kg <sup>-1</sup>	Zn, mg kg <sup>-1</sup>	Mn, mg kg <sup>-1</sup>	Cu, mg kg <sup>-1</sup>
Kontrol	84.7±8.02 bcd	22.3±1.68 e	58.4±1.10 d	6.78±0.46 a
BK	108 ±5.49 ab	20.5±0.87 e	60.1±0.85 d	6.75±0.92 a
BK+Fe	76.8±1.75 cd	22.0±2.37 e	59.8±4.79 d	6.78±0.88 a
BK+Zn	69.8±8.23 cd	164 ±8.48 a	63.7±2.49 d	5.45±0.55 ab
BK+Mn	75.2±7.21 cd	20.8±1.82 e	130 ±2.36 c	4.23±0.58 bc
BK+Fe+Zn	93.5±1.36 abc	103 ±1.81 b	57.3±2.69 d	3.25±0.86 c
BK+Fe+Mn	116 ±5.10 a	6.47±0.46 f	124 ±2.49 c	4.18±0.31 bc
BK+Zn+Mn	90.3±6.30 bcd	73.7±5.35 c	147 ±1.08 b	3.15±0.29 c
BC+Fe+Zn+Mn	68.1±15.0 d	56.6±1.29 d	164 ±2.46 a	3.43±0.13 c
F değeri	4.93**	204**	309**	6.53**
LSD	21.9	10.5	7.32	1.78

\*\*p<0.01

Mukhtar ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada Fe, Zn ve Mn ile zenginleştirilmiş çeltik kavuzu biyokömürü buğday yetiştiriciliğinde kullanılmış ve Mn konsantrasyonu

bakımından yalnız çeltik kavuzu BK ile Fe ve Zn ile zenginleştirilmiş BK uygulamalarının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı, Mn ile zenginleştirilmiş BK'nın ise

bunlardan önemli oranda yüksek Mn konsantrasyonu sağladığı belirlenmiştir. Mısır bitkisi Cu konsantrasyonu incelendiğinde, farklı mikro elementlerle zenginleştirilmiş BK uygulamalarının etkili olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Tek başına BK, BK+Fe ve BK+Zn uygulamalarının bitki Cu konsantrasyonu bakımından kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı, diğer BK uygulamalarının ise daha düşük Cu konsantrasyonuna neden olduğu saptanmıştır. Jones ve ark. (1991)'e göre mısır bitkisinin tüm uygulamalarda Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları yeterli olarak bulunmuştur.

### SONUÇ

Tarım topraklarımızda verimliliğin artırılması amacıyla her türlü tarımsal atığın uygun işlemlerden geçirilerek kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla kullanılacak materyallerden birisi de piroliz işlemi neticesinde elde edilen biyokömürdür. Bununla birlikte biyokömür yalnız başına kullanıldığında iyi bir toprak düzenleyici olmasına rağmen, bitkilerde özellikle mikro element eksikliklerine neden olabilmektedir. Bu bilgidan hareketle kurgulanan çalışmada çeşitli mikro element kaynaklarıyla zenginleştirilmiş budama atığı biyokömürleri arasında Fe ile zenginleştirilmiş biyokömürün diğer uygulamalara göre mısır bitkisi gelişimi üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak tarım topraklarının verimliliğini artırabilecek bir potansiyel taşımalarının yanında, günümüzde ciddi bir sorun haline gelen ve gıdalardan özellikle mikro elementlerce fakir olması neticesinde ortaya çıkan gizli açlık kavramına da çözüm olabilecek bir materyal olan zenginleştirilmiş biyokömür ile ilgili çalışmaların farklı hammadde, bitki ve iklim koşullarında denenmesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde emeği geçen Zir. Yük. Müh. Emre Can KAYA'ya teşekkür ederiz. Bu makalede etik kurul onayına gerek duyulmamaktadır. Bu makalede yazarlar çalışmaya ortak katkıda bulunmuşlar ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### KAYNAKLAR

- Akca MO, Usta S, Uygur V, Ok SS (2023) Biochar Applications Reduces The Mobility of Cadmium Under Differing Soil Moisture Regimes. *Gesunde Pflanzen* 75(4):1047-1060.
- Algethami JS, Irshad MK, Javed W, Alhamami MAM, Ibrahim M (2023) Iron Modified Biochar Improves Plant Physiology, Soil Nutritional Status and Mitigates Pb And Cd-Hazard in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science* 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1221434>.
- Algethami JS, Ibrahim M, Javed W, Alosaimi EH, Irshad MK (2024) Efficacy of Fe-BC in Enhancing Growth, Photosynthesis, Nutrition, And Alleviating The Toxicity of Cd And Cr in Rapeseed (*Brassica napus* L.): A Tool for Managing the Environment and Attaining Sustainable Agriculture. *Environmental Technology and Innovation* 103789.
- Aller D, Bakshi S, Laird DA (2017) Modified Method for Proximate Analysis of Biochars. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 124:335-342.

- Asghar W, Akça MO, Akça H, Tarf OJ, Kataoka R, Turgay OC (2022) Alternative Strategies to Synthetic Chemical Fertilizers: Revitalization of Soil Quality for Sustainable Agriculture Using Organic-Based Approaches. In *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering*. In: Sing HB, Vaishnav A (Eds), Elsevier, 1-30. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-02095-5>
- Asri FÖ, Sönmez S (2006) Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim* 23(2):36-45.
- Bouyoucos GJ (1951) A Realibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal* 43:434-438.
- Bremner JM (1965) Total Nitrogen Methods of Soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties'. In: Black CA (ed), Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agronomy Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A., 1149-1178.
- Chen Z, Lu Z, Zhang Y, Li B, Chen C, Shen K (2021) Effects of Biochars Combined with Ferrous Sulfate and Pig Manure on the Bioavailability of Cd and Potential Phytotoxicity for Wheat in an Alkaline Contaminated Soil. *Science of The Total Environment* 753:141832.
- Cakmak I (2008) Enrichment of Cereal Grains with Zinc: Agronomic or Genetic Biofortification? *Plant and Soil* 302:1-17. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9466-3>
- Dad FP, Khan W-u-D, Tanveer M, Ramzani PMA, Shaikat R, Mukhtadir A (2021) Influence of Iron-Enriched Biochar on Cd Sorption, Its Ionic Concentration and Redox Regulation of Radish Under Cadmium Toxicity. *Agriculture* 11(1):1. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010001>
- Düzgüneş O (1963) Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. E.Ü. Matbaası, İzmir.
- Gao M, Xu Y, Chang X, Song Z (2021) Fe-Mn Oxide Modified Biochar Decreases Phthalate Uptake and Improves Grain Quality of Wheat Grown in Phthalate-Contaminated Fluvo-Aquic Soil. *Chemosphere* 270: 129428. DOI:10.1016/j.chemosphere.2020.129428
- Guan X, Zhou J, Ma N, Chen X, Gao J, Zhang R (2014) Studies on Modified Conditions of Biochar and the Mechanism for Fluoride Removal. *Desalination Water Treatment* 1-8. [doi.org/10.1080/19443994.2014.916230](https://doi.org/10.1080/19443994.2014.916230).
- Gunes A, Inal A, Taskin MB, Sahin O, Kaya EC, Atakol A (2014) Effect of Phosphorus-Enriched Biochar and Poultry Manure on Growth and Mineral Composition of Lettuce (*Lactuca sativa* L. Cv.) Grown in Alkaline Soil. *Soil Use Management* 30:182-188. [doi.org/10.1111/sum.12114](https://doi.org/10.1111/sum.12114).
- Gunes A, Inal A, Sahin O, Taskin MB, Atakol O, Yılmaz N (2015) Variations in Mineral Element Concentrations of Poultry Manure Biochar Obtained at Different Pyrolysis Temperatures, and Their Effects on Crop Growth and Mineral Nutrition. *Soil Use and Management*, 31:429-437.
- Hızalan E, Ünal H (1966) Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 278, Ankara.



- Houben D, Evrard L, Sonnet P (2013) Beneficial Effects of Biochar Application To Contaminated Soils on the Bioavailability of Cd, Pb And Zn and the Biomass Production of Rapeseed (*Brassica napus* L.). Biomass Bioenergy 57:196-204. doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.019.
- Inal A, Gunes A, Sahin O, Taskin MB, Kaya EC (2015). Impacts of Biochar and Processed Poultry Manure, Applied to a Calcareous Soil on the Growth of Bean and Maize. Soil Use and Management 31:106-113. doi.org/10.1111/sum.12162.
- Isaac RA, Kerber JD (1971) Atomic Absorption and Flamephotometry: Techniques and Uses in Soil, Plant and Water Analysis. In: Instrumental Methods for Analysis of Soils and Plant Tissue. In: Walsh LM (eds), Soil Science Society of America, Madison, 34-37.
- Islam SMF, Karim Z (2019) World's Demand for Food and Water: The Consequences of Climate Change. In: Desalination-challenges and Opportunities. In: Farahani MHDA, Vatanpour V, Taheri AH (Eds), IntechOpen, London, United Kingdom.
- Islam MS, Magid ASIA, Chen Y, Weng L, Ma J, Arafat M, Li Y (2021) Effect of Calcium and Iron-Enriched Biochar on Arsenic and Cadmium Accumulation from Soil to Rice Paddy Tissues. Science of the Total Environment 785:147163.
- Jackson ML (1958) Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 498.
- Jing XR, Wang YY, Liu WJ, Wang YK, Jiang H (2014) Enhanced Adsorption Performance of Tetracycline in Aqueous Solutions by Methanol-Modified Biochar. Chemical Engineering Journal 248:168-174. doi.org/10.1016/j.cej.2014.03.006.
- Jung C, Phal N, Oh J, Chu KH, Jang M, Yoon Y (2015) Removal of Humic and Tannic Acids by Adsorption-Coagulation Combined Systems with Activated Biochar. Journal of Hazardous Material 300:808-814. doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.08.025.
- Kloss S, Zehetner F, Wimmer B, Buecker J, Rempt F, Soja G (2014) Biochar Application to Temperate Soils: Effects on Soil Fertility and Crop Growth Under Greenhouse Conditions. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 177(1):3-15.
- Lahori AH, Afzal A, Muhammad MT, Mierzwa-Hersztek M, Vambol V (2023) Application of Zinc Modified Biochars to Enhance Zinc Availability, Speciation and Bajra Growth in Zn-Deficient Soil: Enhancing Zn Availability, Speciation and Bajra Growth in Zn-Deficient Soil Amended with Zn-Modified Biochars. International Journal of Economic and Environmental Geology 14(04):7-15.
- Lehmann J (2007a) A Handful of Carbon. Nature 447:143-144.
- Lehmann J (2007b) Bio-energy in the black. Frontiers in Ecology and the Environment 5:381-387. doi.org/10.1890/1540-9295.
- Lehmann J, Joseph S (2009) Biochar for Environmental Management: an Introduction. Biochar for Environmental Management: Science and Technology. In: Lehmann J, Joseph S (eds), London, 1-12. ISBN-13: 978-1844076581.
- Lentz RD, Ippolito JA (2012) Biochar and Manure Affects Calcareous Soil and Corn Silage Nutrient Concentrations and Uptake. Journal of Environmental Quality 41:1033-1043. doi.org/10.2134/jeq2011.0126.
- Li Y, Shao J, Wang X, Deng Y, Yang H, Chen H (2014) Characterization of Modified Biochars Derived from Bamboo Pyrolysis and Their Utilization for Target Component (Furfural) Adsorption. Energy and Fuels 28:5119-5127. doi.org/10.1021/ef500725c.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Science Society of America Journal 42:421-428.
- Mohan D, Sarswat A, Ok YS, Pittman CU (2014) Organic and Inorganic Contaminants Removal from Water with Biochar, A Renewable, Low Cost and Sustainable Adsorbent – A Critical Review. Bioresource Technology 160:191-202. doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.120.
- Mukhtar MS, Khan WUD, Khan AU, Rahman SU, Guo W (2023) Enhancing the Wheat Growth Through Micronutrients Enriched Biochar Under Salt Stress. Frontiers in Sustainable Food Systems 7:1102930.
- Namgay T, Singh B, Singh BP (2010) Influence of Biochar Application to Soil on Availability of As, Cd, Cu, Pb and Zn to Maize (*Zea mays* L.). Australian Journal of Soil Research 48:638-47. doi.org/10.1071/SR10049.
- Namlı A, Akça MO, Akça H (2017) Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Biyokömürün Buğday Bitkisinin Gelişimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 5(1):39-47.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean NC (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular 939:1-18.
- Park JH, Choppala GK, Bolan NS, Chung JW, Chuasavathi T (2011) Biochar Reduces the Bioavailability and Phytotoxicity of Heavy Metals. Plant and Soil 348:439-451. doi.org/10.1007/s11104-011-0948-y.
- Pratt PF (1965) Chemical and Microbiological Properties. Methods of Soil Analysis. Ed: Black CA, American Society of Agronomy, Madison, 771-1572.
- Rajapaksha AU, Chen SS, Tsang DCW, Zhang M, Vithanage M, Mandal S, Gao B, Bolan NS, Ok YS (2016) Engineered/Designer Biochar for Contaminant Removal/Immobilization from Soil and Water: Potential And Implication of Biochar Modification. Chemosphere 148:276-291. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.01.043.
- Richards LA (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. In: United States Department of Agriculture Handbook, 1070, USA.

- Sadaka S, Sharara MA, Ashworth A, Keyser P, Allen F, Wright A (2014) Characterization of Biochar from Switchgrass Carbonization. *Energies* 7:548-567.
- Sahin O, Taskin MB, Kaya EC, Atakol O, Emir E, Inal A, Gunes A (2017) Effect of Acid Modification of Biochar on Nutrient Availability and Maize Growth in A Calcareous Soil. *Soil Use and Management* 33(3): 447-456. doi.org/10.1111/sum.12360.
- Sizmur T, Fresno T, Akgül G, Frost H, MorenoJiménez E (2017) Biochar Modification to Enhance Sorption of Inorganics from Water. *Bioresource Technology* 246:34-47. doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.082.
- Sümer SK, Kavdır Y, Çiçek G (2016) Türkiye’de Tarımsal ve Hayvansal Atıklardan Biyokömür Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 19(4):379-387.
- Taşkın MB, Türkmen F, Akça MO, Soba MR (2018) Ankara Üniversitesi Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Verimlilik Durumlarının İncelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(2):122-133.
- Taskin MB, Kadioglu YK, Sahin O, Inal A, Gunes A (2019) Effect of Acid Modified Biochar on the Growth and Essential and Non-Essential Element Content of Bean, Chickpea, Soybean, and Maize Grown in Calcareous Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 50(13):1604-1613.
- Temminghoff EE, Houba VJ (2004) *Plant Analysis Procedures*, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, 1-178.
- Utomo WH, Islami T, Wisnubroto E, Soelistyari HT (2017) Biochar as a Carrier for Nitrogen Plant Nutrition: 3. Effect Of Enriched Biochar On Rice (*Oryza sativa* L.) Yield and Soil Qualities. *International Journal of Applied Engineering Research* 12:10426-10432.
- Xue Y, Gao B, Yao Y, Inyang M, Zhang M, Zimmerman AR, Ro KS (2012) Hydrogen Peroxide Modification Enhances the Ability of Biochar (Hydrochar) Produced from Hydrothermal Carbonization of Peanut Hull to Remove Aqueous Heavy Metals: Batch and Column Tests. *Chemical Engineering Journal* 200(202):673-680. doi.org/10.1016/j.cej.2012.06.116.
- YaoY, Gao B, Fang J, Zhang M, Chen H, Zhou Y, Creamer AE, Sun Y, Yang L (2014) Characterization and Environmental Applications of Clay-Biochar Composites. *Chemical Engineering Journal* 242:136-143. doi.org/10.1016/j.cej.2013.12.062.
- Yuan JH, Xu RK (2011) The Amelioration Effects of Low Temperature Biochar Generated from Nine Crop Residues on An Acidic Ultisol. *Soil Use and Management* 27:110-115. doi.org/10.1111/j.1475-2743.2010.00317.x.
- Zhang X, Zhang S, Yang, H, Feng Y, Chen Y, Wang X, Chen H (2014) Nitrogen Enriched Biochar Modified by High Temperature CO<sub>2</sub>-Ammonia Treatment: Characterization and Adsorption of CO<sub>2</sub>. *Chemical Engineering Journal* 257:20-27. doi.org/10.1016/j.cej.2014.07.024.



# Effect of Different Sowing Times and Sowing Densities on the Agronomical and Technological Traits in Gümüşhane Sugar Bean

Gonca SOYDAŞ<sup>1</sup>, Bilge BAHAR<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane University, Graduate Institute, Department of Field Crops, Gümüşhane, Türkiye

**Abstract:** Locally adapted Landraces are considered as valuable genetic resources, important income sources for local bean producers and consumers' preferences. A limited number of studies have been carried out on different sowing times and densities in landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). To present alternative options for farmers, especially new ones, this study aimed to reveal the effect of different sowing times and densities on the agronomical and technological traits of a common bean known as Şeker fasulye (sugar bean) in Gümüşhane, Türkiye. The study was conducted in a field of farmer in Gümüşhane in three different sowing times (22 May, 6 June, 21 June 2020) and six sowing densities (30×5 cm, 30×10 cm, 30×15 cm, 45×5 cm, 45×10 cm, 45×15 cm) using split-plot design in randomized blocks. The highest grain yield was obtained in sowing densities of 30×10 cm (8.96 t ha<sup>-1</sup>) and 30×15 cm (8.87 t ha<sup>-1</sup>) on 22 May. As "a golden rule of plant production", the early sowing time (22 May) is recommended to the farmers. Also, 30×15 cm sowing density is suggested to the producers due to the less seed requirements for the agronomical and technological traits in landrace of common bean (Gümüşhane Sugar Bean).

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., sowing date, sowing norm, technological traits, yield

**Farklı Ekim Zamanları ve Ekim Sıklıklarının Gümüşhane Şeker Fasulyesinin Agronomik ve Teknolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisi**

**Öz:** Değerli genetik kaynaklardan olan yerel fasulye çeşitleri, fasulye üreticileri ve tüketicilerin tercihleri için önemli gelir kaynakları olarak kabul edilmektedir. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yerel çeşitlerinde farklı ekim zamanları ve ekim sıklıkları üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Çiftçilere, yeni bir alternatif seçenek sunmak için yapılan bu çalışma, farklı ekim zamanları ve ekim sıklıklarının, Türkiye'de Gümüşhane Şeker Fasulyesi olarak bilinen bir fasulyenin tarımsal ve teknolojik özellikleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma, üç farklı ekim zamanında (22 Mayıs, 6 Haziran, 21 Haziran 2020) ve altı ekim sıklığında (30×5 cm, 30×10 cm, 30×15 cm, 45×5 cm, 45×10 cm, 45×15 cm); tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre Gümüşhane'de bir çiftçi tarlasında yürütülmüştür. En yüksek tane verimi 22 Mayıs tarihinde 30×10 cm (8,96 t ha<sup>-1</sup>) ve 30×15 cm (8,87 t ha<sup>-1</sup>) ekim sıklıklarında elde edilmiştir. "Bitkisel üretimin altın kuralı" olarak çiftçilere erken ekim zamanı (22 Mayıs) önerilmektedir. Ayrıca, Gümüşhane Şeker Fasulyesi'nde gerek tarımsal ve teknolojik özellikler açısından ve gerekse tohum ihtiyacının 30×10 cm ekim normuna göre daha az olması nedeniyle üreticilere 30×15 cm ekim sıklığı tavsiye edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Phaseolus vulgaris* L., ekim zamanı, ekim normu, teknolojik özellikler, verim

## INTRODUCTION

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the important legumes used directly in nutrition worldwide (Manjeru, 2007). It is consumed for the dried grains and immature grains as well as green pods as vegetable. The cultivation area of beans in Turkey is 97 052 ha, the production is 270 000 t and the grain yield is 2.78 t ha<sup>-1</sup>. The cultivation area in Gümüşhane is 1 617 ha, the production is 3 441 t and the grain yield is 2.13 kg ha<sup>-1</sup> (TUIK, 2022).

Bean, originated from America, has a wide cultivation area around the world and is a plant that has a high ability to adapt to warm-temperate climates, but is sensitive to extreme temperatures during the germination period (Sehirali, 1988).

Bean, which is a good alternative to the solving the increasing nutritional problem, contain 17-35% protein (Eroğlu, 2007). Bean is also one of the iron sources that are important for nutrition, excluding meat consumption, and provide 23-30% of the required daily intake (Schwarz et al., 1996). Considering the most important quality

characteristics that increase the nutritional value of bean; in addition to its high protein and low fat content, it appears to contain some vitamin and mineral components. It is seen that beans can meet half of the daily vitamin B needs on average in the meal they are consumed, and are also very rich in minerals, especially phosphorus, potassium, calcium and iron. In 100 grams of bean it contains 0.60 mg vitamin B1, 0.10 mg vitamin B2, 80 mg Ca, 400 mg P, 5.0 mg Fe, 1250 mg K (Peksen and Artık, 2005).

Bean, which has a high possibility of being cultivated in all regions of our country, generally show optimum growth and development in hot climates and sandy-loamy soils (Varankaya and Ceyhan, 2012a).

\* Corresponding Author: [bilgebahar74@gmail.com](mailto:bilgebahar74@gmail.com)

This study is produced from the M.Sc. thesis

The submitted date: November 08, 2024

The accepted date: November 25, 2024

For Van-Gevas ecological conditions, the most suitable row spacing for dry bean is 50 cm (Uçar, 2021). In beans, the early planting increases the germination rate. However, when temperatures drop below 0°C after planting, the plant is damaged and thus the problem of crop loss arises (Direk et al., 2002). The most suitable planting time is early May (Uçar, 2020). The biggest problem encountered in dry bean cultivation in Gümüşhane province is the plants rot, and also the sowing which has to be done twice per season due to heavy rains or even hail after emergence. So, this study was carried out to determine the appropriate sowing time and sowing densities in Gümüşhane conditions to prevent producers from being affected by excessive rainfall in bean cultivation.

**Table 1.** Soil analysis results of the trial area

Soil texture (%)	Organic matter (%)	pH	Lime (%)	Salt (%)	Phosphorus (kg ha <sup>-1</sup> )	Potassium (kg ha <sup>-1</sup> )
56-clay	1.83	7.89	8.41	0.029	173	1423
Clay-loam	Weak	Slightly alkaline	Calcareous	Salt-free	Sufficient	Excessive

According to Table 1; the trial soil has 56% of clay, and it is called as clay-loam texture. Also, it's not rich in organic compound, it's slightly alkaline, calcareous, salt-free and has sufficient levels of phosphorus and potassium.

#### Climatic data of the trial area

Gümüşhane province, where the trial was conducted, constitutes a transition between the Eastern Anatolia Region and the Black Sea Region in terms of climatic characteristics. The climatic data of the trial area were given in Table 2 (Anonymous, 2020b). Accordingly, in terms of monthly average temperature, the average of May 2020 (13.8 °C) was higher than the long-term average (13.6 °C), and similarly, an increase of temperature was observed in June and July. When looking at the monthly average precipitation amounts (Table 2), it was observed that the average of May 2020 (66.1

**Table 2.** Climatic data for Gümüşhane province in 2020

Months	Monthly Maximum Temperature (°C)		Monthly Minimum Temperature (°C)		Monthly Mean Temperature (°C)		Monthly Total Precipitation (mm)		Monthly Mean Relative Humidity (%)	
	2020	Long term	2020	Long term	2020	Long term	2020	Long term	2020	Long term
May	30.9	34.4	2.1	- 2.8	13.8	13.6	66.1	40.5	54.1	93.7
June	33.0	36.2	8.1	1.8	19.1	17.2	31.5	51.7	50.9	92.9
July	39.3	41.0	12.4	4.5	22.2	20.2	15.6	26.6	52.6	90.7
August	37.0	41.1	8.8	4.9	20.2	20.2	4.4	25.7	49.9	91.6
September	37.1	37.1	10.4	- 1.0	20.4	16.6	4.8	23.2	47.2	93.8
October	28.7	32.0	3.8	- 4.8	15.1	11.4	10.5	49.1	30.3	95.1

## MATERIAL AND METHODS

### Plant Material

The study was conducted with Gümüşhane Sugar Bean, white colored and long-round shaped seeds as well as geographic sign registration by the Institute of Turkish Patent (TURKPATENT, 2019).

### Soil properties of the trial area

The trial was conducted on a farmer land in Gümüşhane province. The trial area is located between 40.4172° north latitude and 39.5910° east longitude; it has an altitude of 1257 meters. The soil analysis of the trial area was carried out by Erzincan Horticultural Research Institute; the results of the analysis were given in Table 1 (Anonymous, 2020a).

mm) was higher than the long-term average (40.5 mm), and in other months it was lower than the long-term average (Table 2). When looking at the monthly average relative humidity amounts; it was observed that the average of May 2020 (54.1%) was much lower than the average of many years (93.7%). When evaluated in terms of monthly average relative humidity; in general, there was a decrease of the amount of relative humidity throughout 2020.

According to Table 2, it was observed that the maximum temperature average in June 2020 (33.0 °C) was lower than the long-term average (34.4 °C). When the monthly minimum temperature values of 2020 were compared with many years, it was observed that there is an increase in temperature.

### **Trial setup and agronomical procedures**

The study was conducted according to the split-plot trial design in randomized blocks design, with three replications. While the sowing times (22 May, 6 June and 21 June in 2020) were taken as the main plots, sowing densities (30 × 5 cm, 30 × 10 cm, 30 × 15 cm, 45 × 5 cm, 45 × 10 cm, 45 × 15 cm) were placed in sub-plots. The trial plots were 5 m long and consisted with 4 rows (2 m between main plots and 0.5 m between sub-plots). Between the blocks, 2 m distance was left. The sowing depth was used as 5-6 cm. Before the sowing, organomineral fertilizer containing 8.20.0 (NPK) was applied at 24 kg of pure nitrogen and 60 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha as top fertilization after sowing, while after the first hoeing, 21% of pure nitrogen at 50 kg per ha in the form of nitrogen-containing ammonium sulfate was applied. The first irrigation was done as soon as the top fertilizer was applied, and the next ones were given as needed. Harvest was made when the pods reached harvest maturity, and the middle two rows were harvested by removing 50 cm away from the edges of the rows.

### **Investigated traits**

The following agricultural and technological traits were studied according to Technical Instruction of Seed Registration and Certification Center Directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry on the Agricultural Values Measurement Trials (Anonymous, 2001).

#### **Agricultural traits**

##### **Days to flowering time**

It was determined by taking the number of days from the seed emergence date to the date of anthesis was observed in at least 50% of the plants.

##### **Days to physiological maturity time**

It was determined by taking the number of days between the seed emergence date and the date when the pods in the middle of the plant crown turned yellow.

##### **Plant height**

The vertical distance was measured in cm between the soil surface and the top point of the plant during the harvest period, on 5 randomly selected plants in the middle two rows of each plot.

##### **First pod height**

During the harvest period, the vertical distance between the soil surface and the first pod was measured in cm on 5 randomly selected plants in the middle two rows of each plot.

##### **Number of pods per plant**

At harvest, the mean number of pods per plant was determined by counting pods on 5 randomly selected plants within the middle two rows.

##### **Number of grains per pod**

In the plants randomly determined in the plot and pods were counted; it was obtained by dividing the number of grains by the number of pods.

### **100-Grain weight**

After harvest, the grains were dried, they were determined by taking the weight mean of 100-grains randomly selected from the product taken from each plot in four repetitions.

### **Grain yield**

Grain yield was determined as t ha<sup>-1</sup> by removing 50 cm from the edge of each plot and converting the grain mass obtained from the two rows in the middle into plot.

### **Technological traits**

#### **Water absorption capacity**

It was calculated as grain g<sup>-1</sup> with the formula of [(Wet weight-Dry weight)/100]. Dry weight (g); 100 dried beans were determined by counting and weighing. Wet weight (g); after the dry weight of 100 seeds was taken, water was added and left for 16 hours and then drained. Then, it was dried with paper towel and weighed to obtain the wet weight.

#### **Water uptake index**

It was calculated with the formula of [Swelling Capacity/(Dry Weight/100)].

#### **Swelling capacity**

It was calculated as mL grain<sup>-1</sup> with the formula of [(Wet Volume-100)-(Dry Volume-50)]-[(Dry Volume-50)/100×No of Unswollen Grains]/(100-No of Unswollen Grains). Dry volume (mL); 100 dry bean samples were placed in a graduated cylinder and the result was determined as dry volume. Wet volume (mL); a certain amount of pure water was added to 100 dried bean samples, left for 16 hours, then dried with a paper towel and placed in a graduated cylinder, and the result was determined as the wet volume.

#### **Swelling index**

It was calculated as percent with the formula of [(Wet Volume-100)/(Dry Volume-50)].

#### **Protein ratio**

It was determined as percent by the Kjeldahl method according to AOAC (2003).

#### **Cooking time**

100 dried bean samples soaked for 12 hours and were placed in boiling water; by checking every 5 minutes. The cooking time was determined in min when the white dot inside disappeared, the skin peeled and the grain was divided in two.

#### **Data analysis**

The data obtained from the trial were analyzed according to the split-plot trial design in randomized blocks (sowing time in the main plots and sowing density in the sub-plots) by JMP 7 (2007) package program. Comparisons of the means related to the statistically significant traits were done by LSD test.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Days to flowering time (DFT)

DFT in Gümüşhane Sugar Bean at different sowing times and sowing densities showed significant differences for sowing time ( $p<0.01$ ) and sowing densities ( $p<0.05$ ) (Table 3). Means of DFT in Gümüşhane Sugar Bean at different sowing times and sowing norms were given in Table 4. The longest DFT for sowing time was observed on 21 June (38.97 days). According to the sowing densities, the longest DFT (38.27 days) was from the 30×10 cm sowing norm; the shortest was observed in 30×5 cm (37.96 days) and 45×5 cm (37.91 days) sowing norms. Şener and Kaya (2022) stated that the flowering period in beans varies between 35.60-71.20 days. Serengul (2019) determined the DFT as 34.00-37.50 days in her study, which is similar to our study. Differences among the DFTs in beans may be caused by sowing time, climatic conditions, soil characteristics, irrigation regime and seed type. In a study, it was stated that heat and moisture stress affected the DFT in beans, and as the day length decreased, the crop growth and DFT of the plant was prolonged (Ulker, 2008). The reason why the sowing time × sowing density

**Table 3.** Mean squares related to agricultural and technological traits in Gümüşhane Sugar Bean at different sowing times and sowing densities

Variation sources	Df	Mean Squares for Agricultural Traits							
		DFT	DPMT	PH	FPH	NPP	NGP	HGW	GY
Sowing time (ST)	2	10.632**	19.907*	5.979**	0.207*	85.630**	16.074**	6.352*	13.659**
Replication	2	0.019	0.963	0.007	0.030	1.185	0.296	1.241	0.003
Error 1	4	0.052	1.407	0.008	0.020	0.574	0.130	0.769	0.004
Sowing density (SD)	5	0.182*	10.374**	0.229**	0.138**	8.152**	1.674**	1.319**	17.232**
ST×SD	10	0.070	4.485*	0.022	0.161**	1.941*	1.207**	0.163	0.110**
Error 2	30	0.050	1.660	0.027	0.024	0.689	0.274	0.181	0.005
CV (%)		0.58	1.07	0.32	1.19	11.52	10.55	1.00	1.00
Variation sources	Df	Mean Squares for Technological Traits							
		WAC	WUI	SC	SI	PR	CT		
Sowing time (ST)	2	0.011	0.059	0.003**	745.658*	1.717	1.685		
Replication	2	0.001	0.002	0.000	8.526	0.208	0.685		
Error 1	4	0.002	0.012	0.000	46.849	0.766	1.463		
Sowing density (SD)	5	0.000	0.003	0.000	22.469	0.649**	1.130*		
ST×SD	10	0.000	0.002	0.000	36.621	0.345	1.241*		
Error 2	30	0.000	0.001	0.000	20.110	0.171	0.426		
CV (%)		2.86	3.60	1.87	30.09	8.84	1.95		

\*, \*\* indicate significant differences at the probability levels of 0.05 and 0.01, respectively. Df: degree of freedom, CV: variation of coefficient, DFT: days to flowering time, DPMT: days to physiological maturity time, PH: plant height, FPH: first pod height, NPP: no of pods per plant, NGP: no of grains per pod, HGW: 100-grain weight, GY: grain yield, WAC: water absorption capacity, WUI: water uptake index, SC: swelling capacity, SI: swelling index, PR: protein ratio, CT: cooking time.

The significant interaction (Table 3) is due to the fact that physiological dormancy times increase as day length decreases in different sowing densities (Table 4). In the vegetation period when the study was carried out, the day length in the first sowing time (22 May) and second sowing time (6 June) was longer than the third sowing time (21 June), as well as the lower average rainfall and relative humidity in June and July (Table 2). Therefore, it is thought that late sowing time may caused the extension of

interaction was not significant in terms of DFT (Table 3) is due to the fact that sowing times do not have significant effects on sowing densities for DFT in Gümüşhane Sugar Bean. It is thought that the increase of average temperatures in June (Table 2), during the vegetation period when the study was conducted, caused the DFT of the crops extension

### Days to physiological maturity time (DPMT)

The variation sources such as sowing time ( $p<0.05$ ), sowing density ( $p<0.01$ ) and sowing time × sowing density interaction ( $p<0.05$ ) showed statistically significant differences (Table 3). Means of DPMT in Gümüşhane Sugar Bean at different sowing times and sowing densities were given in Table 4. When evaluated according to the mean of the sowing densities, the longest DPMT was obtained from 21 June sowing with 121.45 days (Table 4). Also, DPMT varied between 119.33 days (30×15 cm) and 121.67 days (45×10 cm) depending on the mean of sowing time; while maturation took longer in the 45×10 cm and 45×15 cm sowing densities, the plants matured in a shorter time in the other sowing densities (Table 4).

physiological maturity time. Peksen (2005) determined the DPMT as 99.17-120.00 days, which is similar to our study. Karabacak (2018) determined this time as 116.00-137.66 days in his study, and Deniz (2008) determined the DPMT as 114-137 days in his study. Differences among the DPMTs in bean may be due to the ability of the genotypes used to adapt to environmental conditions, sowing time, and sowing densities (distance between rows and intrarows).

Table 4. Mean values of agricultural traits in Gümüşhane Sugar Bean at different sowing times and sowing densities

Sowing density (SD)	DFT (days)				DPMT (days)				PH (cm)			
	Sowing time (ST)				Sowing time				Sowing time			
	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean
30 × 5 cm	37.53	37.53	38.80	37.96 <sup>c</sup>	117.00 <sup>f</sup>	120.67 <sup>bcd</sup>	120.67 <sup>bcd</sup>	119.45 <sup>b</sup>	51.23	51.30	50.23	50.92 <sup>bc</sup>
30×10 cm	38.00	37.87	38.93	38.27 <sup>a</sup>	118.33 <sup>ef</sup>	119.33 <sup>cde</sup>	121.33 <sup>bc</sup>	119.66 <sup>b</sup>	51.27	51.10	50.23	50.87 <sup>c</sup>
30×15 cm	37.73	37.60	39.00	38.11 <sup>abc</sup>	118.67 <sup>def</sup>	119.33 <sup>cde</sup>	120.00 <sup>b-e</sup>	119.33 <sup>b</sup>	51.27	51.27	50.23	50.92 <sup>bc</sup>
45 × 5 cm	37.53	37.40	38.80	37.91 <sup>c</sup>	120.67 <sup>bcd</sup>	118.00 <sup>ef</sup>	120.67 <sup>bcd</sup>	119.78 <sup>b</sup>	51.40	51.30	50.37	51.02 <sup>bc</sup>
45×10 cm	37.60	37.53	39.00	38.04 <sup>bc</sup>	121.00 <sup>bc</sup>	120.00 <sup>b-e</sup>	124.00 <sup>a</sup>	121.67 <sup>a</sup>	51.70	51.47	50.77	51.31 <sup>a</sup>
45×15 cm	38.00	37.40	39.27	38.22 <sup>ab</sup>	121.33 <sup>bc</sup>	121.33 <sup>bc</sup>	122.00 <sup>ab</sup>	121.55 <sup>a</sup>	51.50	51.33	50.27	51.03 <sup>b</sup>
<b>Mean</b>	37.73 <sup>b*</sup>	37.56 <sup>b</sup>	38.97 <sup>a</sup>	38.09	119.50 <sup>b</sup>	119.78 <sup>b</sup>	121.45 <sup>a</sup>	120.24	51.39 <sup>a</sup>	51.29 <sup>b</sup>	50.35 <sup>c</sup>	51.01
LSD <sub>(ST)</sub>	0.21				1.10				0.08			
LSD <sub>(SD)</sub>	0.21				1.24				0.16			
LSD <sub>(ST×SD)</sub>	ns				2.15				ns			
Sowing density (SD)	FPH (cm)				NPP (pcs)				NGP (pcs)			
	Sowing time				Sowing time				Sowing time			
	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean
30 × 5 cm	13.10 <sup>bcd</sup>	12.93 <sup>de</sup>	12.67 <sup>f</sup>	12.90 <sup>c</sup>	9.33	4.33	4.33	6.00 <sup>d</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	2.33 <sup>g</sup>	4.67 <sup>b</sup>
30×10 cm	12.60 <sup>f</sup>	13.23 <sup>abc</sup>	13.10 <sup>bcd</sup>	12.98 <sup>bc</sup>	8.67	6.33	5.00	6.67 <sup>cd</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	5.00 <sup>bcd</sup>	3.67 <sup>f</sup>	4.78 <sup>b</sup>
30×15 cm	12.80 <sup>ef</sup>	13.37 <sup>a</sup>	13.20 <sup>abc</sup>	13.12 <sup>ab</sup>	10.67	6.67	5.67	7.67 <sup>b</sup>	5.00 <sup>bcd</sup>	5.00 <sup>bcd</sup>	4.33 <sup>def</sup>	4.78 <sup>b</sup>
45 × 5 cm	13.33 <sup>ab</sup>	13.20 <sup>abc</sup>	13.10 <sup>bcd</sup>	13.21 <sup>a</sup>	9.00	4.67	7.00	6.89 <sup>bc</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	4.67 <sup>cde</sup>	3.67 <sup>f</sup>	4.67 <sup>b</sup>
45×10 cm	13.40 <sup>a</sup>	13.20 <sup>abc</sup>	12.93 <sup>de</sup>	13.18 <sup>a</sup>	9.33	6.00	6.33	7.22 <sup>bc</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>ef</sup>	5.11 <sup>b</sup>
45×15 cm	13.10 <sup>bcd</sup>	13.33 <sup>ab</sup>	13.03 <sup>cde</sup>	13.16 <sup>a</sup>	11.33	7.67	7.33	8.78 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.33 <sup>abc</sup>	5.78 <sup>a</sup>
<b>Mean</b>	13.06 <sup>b</sup>	13.21 <sup>a</sup>	13.01 <sup>b</sup>	13.09	9.72 <sup>a</sup>	5.94 <sup>b</sup>	5.94 <sup>b</sup>	7.20	5.67 <sup>a</sup>	5.33 <sup>b</sup>	3.89 <sup>c</sup>	4.96
LSD <sub>(ST)</sub>	0.13				0.70				0.33			
LSD <sub>(SD)</sub>	0.15				0.80				0.50			
LSD <sub>(ST×SD)</sub>	0.26				1.38				0.87			
Sowing density (SD)	HGW (g)				GY (t ha <sup>-1</sup> )							
	Sowing time				Sowing time							
	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean				
30 × 5 cm	42.00	42.67	41.50	42.06 <sup>b</sup>	8.85 <sup>a</sup>	7.30 <sup>c</sup>	6.85 <sup>d</sup>	7.67 <sup>b</sup>				
30×10 cm	41.67	42.67	41.50	41.94 <sup>b</sup>	8.96 <sup>a</sup>	7.40 <sup>bc</sup>	6.90 <sup>d</sup>	7.76 <sup>a</sup>				
30×15 cm	42.67	43.33	41.50	42.50 <sup>a</sup>	8.87 <sup>a</sup>	7.46 <sup>b</sup>	6.92 <sup>d</sup>	7.75 <sup>a</sup>				
45 × 5 cm	42.33	43.33	42.17	42.61 <sup>a</sup>	5.95 <sup>e</sup>	4.99 <sup>f</sup>	4.59 <sup>g</sup>	5.18 <sup>c</sup>				
45×10 cm	42.67	43.33	42.50	42.83 <sup>a</sup>	5.95 <sup>e</sup>	5.02 <sup>f</sup>	4.63 <sup>g</sup>	5.20 <sup>c</sup>				
45×15 cm	42.67	43.33	42.50	42.83 <sup>a</sup>	6.02 <sup>e</sup>	5.03 <sup>f</sup>	4.61 <sup>g</sup>	5.22 <sup>c</sup>				
<b>Mean</b>	42.33 <sup>ab</sup>	43.11 <sup>a</sup>	41.94 <sup>b</sup>	42.46	7.43 <sup>a</sup>	6.20 <sup>b</sup>	5.75 <sup>c</sup>	6.46				
LSD <sub>(ST)</sub>	0.81				0.06							
LSD <sub>(SD)</sub>	0.41				0.07							
LSD <sub>(ST×SD)</sub>	ns				0.12							

\* Values within the same letter group are not different at the 0.05 significance level. ns: non-significant, LSD: least significant difference, DFT: days to flowering time, DPMT: days to physiological maturity time, PH: plant height, FPH: first pod height, NPP: no of pods per plant, NGP: no of grains per pod, HGW: 100-grain weight, GY: grain yield.



### **Plant height (PH)**

Sowing time ( $p < 0.01$ ) and sowing density ( $p < 0.01$ ) showed significant differences for PH while there were no statistically significant differences for sowing time  $\times$  sowing density interaction (Table 3). Thus, as the mean of the sowing densities, the longest PH was observed in the 22 May sowing time (51.39 cm); the shortest PH (50.35 cm) was found in 21 June sowing time. As the mean of sowing times, the longest PH (51.31 cm) was in the 45 $\times$ 10 sowing norm; the shortest was observed in the 30 $\times$ 10 cm (50.87 cm) sowing norm (Table 4). Bean is a crop with high water and nutrient requirements and require regular and sufficient irrigation, at least 300–400 mm during the growth period (Caliskan et al., 2018). It is thought that during the vegetation period when the study was conducted, the amount of precipitation and humidity level in May were higher than in June, and the weather conditions were hotter and drier in June (Table 2), causing the plants to experience water stress and the growth rate to slow down slightly. Kahraman (2014) determined the mean PH as 76.07–91.12 cm; Peksen (2005) determined the mean plant height as 46.83 cm; and Cinar (2015) determined the mean PH as 46.4–40.8 cm. So, differences between plant heights in bean; it may be caused by sowing time, soil moisture, irrigation patterns and environmental factors.

### **First Pod Height (FPH)**

Variation sources such as sowing time ( $p < 0.05$ ), sowing density ( $p < 0.01$ ) and sowing time  $\times$  sowing density interaction ( $p < 0.01$ ) showed significant differences for FPH (Table 3). In Gümüşhane Sugar Bean, FPHs of 22 May sowing time (13.06 cm) and 21 June sowing time (13.01 cm) were shorter than on 6 June (13.21 cm). FPHs varied between 12.90 cm (30 $\times$ 5 cm) and 13.21 cm (45 $\times$ 5 cm) depending on sowing densities (Table 4). The significant interaction may be due to the fact that the FPH increases as the distance between rows increases in different sowing densities. Obtained from different bean genotypes used by Kahraman (2008) in a similar climate (in Konya) showed the lowest FPH was 6.40 cm in 30 June sowing time, and the highest was from 1 May sowing time with 15.07 cm. A study reported that factors such as the genotypes, sowing density, fertilization and environmental conditions had significant effects on the FPH (Peksen, 2005). According to Kahraman (2014), the lowest FPH with 6.40 cm in 30 June sowing time, and the highest with 15.07 cm in 1 May sowing time. Akgündüz (2016) reported the FPH as 6.63–9.22 cm, depending on the sowing time. Differences of FPH in bean may be caused by sowing time, distance between rows and intrarows (sowing densities), soil structure, fertilization and irrigation.

### **Number of Pods per Plant (NPP)**

All variation sources (sowing time,  $p < 0.01$ ; sowing norm,  $p < 0.01$  and sowing time  $\times$  sowing norm interaction,  $p < 0.05$ ) showed statistically significant differences (Table 3). NPP in Gümüşhane Sugar Bean was higher on 22 May sowing time (9.72 pcs) compared to 6 June sowing time (5.94 pcs) and 21 June (5.94 pcs). It varied between 6.00 pcs (30 $\times$ 5 cm) and 8.78 pcs (45 $\times$ 15 cm) depending on the sowing densities (Table 4). Caliskan et al. (2018), reported that drought occurring in the generative period, one of the most important development periods of legumes, negatively affects pod formation. During the vegetation period when the study was conducted, it is thought that the high average temperature and low humidity in July (Table 2) negatively affected flowering and therefore reduced the number of pods. According to Kacar et al. (2004), the lowest NPP with 10.84 pcs, and the highest NPP with 12.74 pcs. Canci et al. (2019) reported the mean NPP with 5–65 pcs. Also, Ceyhan et al. (2009) stated the wide range of the NPP as 12.3–32.0 pcs. Konuk et al. (2021) determined the NPP as 18.88–27.25 pcs. So, broad differences among the studies on the NPP; it may be caused by differences in sowing time, sowing densities, climatic conditions, soil characteristics, irrigation patterns and genotypes.

### **Number of Grains per Pod (NGP)**

Statistically significant differences ( $p < 0.01$ ) were found for sowing time, sowing density and sowing time  $\times$  sowing density interaction (Table 3). The NGP in Gümüşhane Sugar Bean was highest in 22 May sowing time (5.67 pcs); the lowest was found in 21 June sowing time (3.89 pcs). It varied between 4.67 pcs (30 $\times$ 5 cm) and 5.78 pcs (45 $\times$ 15 cm) depending on the sowing densities (Table 4). The significant interaction is due to the decrease in the NGP as day length increases in different sowing densities. In addition, the significant interaction was from the first sowing time (May 22) at the 30 $\times$ 5 cm and 45 $\times$ 15 cm sowing densities in the upper groups for the NGP. During the vegetation period when the study was carried out, the monthly average temperatures in June were high (Table 2), and it is thought that the NGP was less in June sowing times especially in June 21 (Table 4). Similar results were reported as 5.2 pcs by Cakir (2019) (as mean 5.2 pcs); Aydogan (2017) (3.27–6.13 pcs) and Peksen (2005) (3.24–6.06 pcs).

### **100-Grain Weight (HGW)**

Sowing time ( $p < 0.05$ ) and sowing norm ( $p < 0.01$ ) showed statistically significant differences for HGW (Table 3). According to the mean of the sowing densities, the highest HGW was obtained from the 6 June sowing time with 43.11 g. For mean of sowing times, the highest HGW (42.83 g) was from the 45 $\times$ 10 cm and 45 $\times$ 15 cm sowing densities; the lowest was observed in the 30 $\times$ 10 cm (41.94 g) sowing

norm (Table 4). Masa et al. (2017) stated the HGW as 44.07 g in their study, which is similar to our study. Among the other studies on this trait, wider distributions were observed like the findings of Cengiz (2007) as 17.45-46.37 g and Aydoğan (2017) as 42.2-60.3 g. These broad variations may be due to the different ecologies and agricultural conditions.

#### Grain Yield (GY)

All variation sources showed statistically significant differences ( $p < 0.01$ ) for GY (Table 3). So, mean GY of Gümüşhane Sugar Bean was found as higher in 22 May sowing time ( $7.43 \text{ t ha}^{-1}$ ) compared to 6 June sowing time ( $6.20 \text{ t ha}^{-1}$ ) and 21 June sowing time ( $5.75 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Table 4). GY ranged between  $5.18 \text{ t ha}^{-1}$  ( $45 \times 5 \text{ cm}$ ) and  $7.76 \text{ t ha}^{-1}$  ( $30 \times 10 \text{ cm}$ ) depending on sowing densities (Table 4). Moreover, when the interaction of sowing time  $\times$  sowing density was evaluated, GY was ranged between  $4.61 \text{ t ha}^{-1}$  and  $8.96 \text{ t ha}^{-1}$  and this significant interaction (Table 3; Table 4) is due to the change in GY according to the different sowing densities at different sowing times. The other studies presented lower GY values such as Taskesen (2019) with  $2.39\text{-}3.81 \text{ t ha}^{-1}$ ; Serengul (2019) with  $1.84\text{-}3.26 \text{ t ha}^{-1}$  and Karabacak (2018) with  $1.41\text{-}3.33 \text{ t ha}^{-1}$ . It is thought that the high values in our study are due to different ecology, good care conditions and high sowing density. Even more, bean is a crop that prefers the water and responds well to the water; so, in this trial, plants were not limited in terms of water.

#### Technological Traits

##### Water Absorption Capacity (WAC)

No statistically significant differences were found for all variation sources (sowing time, sowing density and sowing time  $\times$  sowing density interaction) for WAC (Table 3). Even so, overall mean of the trial for this trait was found as  $0.42 \text{ g grain}^{-1}$ ; it was ranged between  $0.39\text{-}0.45 \text{ g grain}^{-1}$  according to the sowing time and sowing density (Table 5). Aydoğan et al. (2020) reported the WAC as  $0.36\text{-}0.59 \text{ g grain}^{-1}$ , depending on the bean genotype and years. Kaur et al. (2006) stated different WAC values depending on the chemical content of the seeds and cell wall properties. There is an important relationship between the weight of the seed and its WAC. Karasu (1993) reported that genotypes with high WAC generally have high 100-grain weight, while genotypes with low WAC have low 100-grain weight.

##### Water Uptake Index (WUI)

No statistically significant differences were found for all variation sources (sowing time, sowing density and sowing time  $\times$  sowing density interaction) for WUI (Table 3). Although the mean values of the WUI were not significant, the WUP was observed at 1.02 on 6 June sowing time and 1.13 on 21 June sowing time, according to the mean of the sowing densities (Table 5). According to mean of sowing times, the WUI varied between 1.06 and 1.09. Cengiz (2007) found the WUI between 0.963-1.157 in his study, which is

similar to our study. Sehirali et al. (1993) determined the values of the water uptake index to be between 0.257-1.278 with different bean genotypes under different ecological conditions.

##### Swelling Capacity (SC)

While there were significant differences at  $p < 0.01$  for sowing time; there were no statistically significant differences for sowing density and sowing time  $\times$  sowing density interaction for SC (Table 3). SC values changed between  $0.45 \text{ mL grain}^{-1}$  (22 May and 6 June) and  $0.47 \text{ mL grain}^{-1}$  (21 June) depending on the sowing time. SC were found as the same value ( $0.46 \text{ mL grain}^{-1}$ ) except for  $30 \times 5 \text{ cm}$  sowing density ( $0.45 \text{ mL grain}^{-1}$ ) (Table 5). Sozen et al. (2020) stated the SC as  $0.297\text{-}0.420 \text{ mL grain}^{-1}$ . Atli et al. (1994) reported that an increase was observed in WAC and SC values. Our study was conducted with one genotype and also understood from the statistical analysis that evaluated cultural techniques like sowing density did not affect the technological traits related to water uptake. Moreover, it should be emphasized once again that water uptake in legumes begins in the parts called hilum and microphyll and that this varies according to the genotypes. In fact, this view was expressed many years ago by Korban et al. (1981). They reported that water uptake in dry beans was affected by hilum/raphe areas in 'Pinto J1111 cv', while in 'Great Northern cv' microphylls were prominent.

##### Swelling Index (SI)

While the swelling index was statistically significantly affected by the sowing time ( $p < 0.05$ ); other variation sources were not found statistically effective on SI (Table 3). While the highest SI (22.33%) was obtained from 21 June sowing time (Table 5).

##### Protein Ratio (PR)

Only the sowing density showed statistically significant differences ( $p < 0.01$ ) for PR while other variation sources were not so (Table 3). The mean of PR in general of trial was 21.38%; the highest PR was obtained from  $30 \times 15 \text{ cm}$  (21.71%) and  $45 \times 5 \text{ cm}$  (21.68%) sowing densities while the lowest PR was from  $30 \times 5 \text{ cm}$  (21.03%) and  $30 \times 10 \text{ cm}$  (21.19%) sowing densities (Table 5). Aydoğan (2017) stated that the PR values among the cultivars were ranged between 20.48%-25.05%. Kahraman (2008) conducted with 41 different bean genotypes under Konya ecological conditions and found the PR between 20.11%-28.59%.

##### Cooking Time (CT)

While sowing density and sowing time  $\times$  sowing density interaction showed statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) for CT, there were no significant differences for sowing times (Table 3). It was observed that the CT varied between 33 min and 33.89 min depending on the sowing densities. Although the sowing time  $\times$  sowing density interaction may be due to the fact that 21 June sowing time

showed higher CT at 30×15 cm and 45×15 cm sowing densities compared to the other sowing times, this difference is negligible (Table 3 and 5). Cengiz (2007)

determined the CT as 31.8-37.8 min, which is similar to our study. Turker (2019) found the CT as 45.00-52.00 min in his study.

**Table 5.** Mean values of technological traits in Gümüşhane Sugar Bean at different sowing times and sowing densities

Sowing density (SD)	WAC (g grain <sup>-1</sup> )				WUI (unit)				SC (mL grain <sup>-1</sup> )			
	Sowing time (ST)				Sowing time				Sowing time			
	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean
30 × 5 cm	0.41	0.43	0.40	0.41	1.10	1.07	1.10	1.09	0.45	0.45	0.45	0.45
30×10 cm	0.40	0.45	0.40	0.42	1.07	1.07	1.15	1.09	0.44	0.46	0.47	0.46
30×15 cm	0.40	0.44	0.40	0.41	1.03	1.00	1.15	1.06	0.45	0.45	0.47	0.46
45 × 5 cm	0.40	0.44	0.39	0.41	1.07	1.00	1.13	1.07	0.45	0.44	0.47	0.46
45×10 cm	0.40	0.45	0.40	0.42	1.03	1.00	1.13	1.06	0.45	0.45	0.48	0.46
45×15 cm	0.40	0.45	0.40	0.42	1.03	1.00	1.13	1.06	0.45	0.45	0.48	0.46
<b>Mean</b>	0.40	0.44	0.40	0.42	1.06	1.02	1.13	1.07	0.45 <sup>b*</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.46
LSD <sub>(ST)</sub>	ns				ns				0.003			
LSD <sub>(SD)</sub>	ns				ns				ns			
LSD <sub>(ST×SD)</sub>	ns				ns				ns			

Sowing density (SD)	SI (%)				PR (%)				CT (min)			
	Sowing time				Sowing time				Sowing time			
	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean	22 May	6 June	21 June	Mean
30 × 5 cm	14.33	14.67	14.67	14.56	20.71	21.88	20.50	21.03 <sup>b</sup>	33.67 <sup>bcd</sup>	33.67 <sup>bcd</sup>	34.00 <sup>a-d</sup>	33.78 <sup>a</sup>
30×10 cm	14.17	15.00	24.67	17.94	20.84	21.43	21.29	21.19 <sup>b</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.33 <sup>cd</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.11 <sup>b</sup>
30×15 cm	10.00	10.00	20.00	13.33	21.49	22.20	21.44	21.71 <sup>a</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.00 <sup>d</sup>	34.67 <sup>ab</sup>	33.56 <sup>ab</sup>
45 × 5 cm	10.00	9.87	24.67	14.84	21.11	22.07	21.86	21.68 <sup>a</sup>	35.00 <sup>a</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.67 <sup>bcd</sup>	33.89 <sup>a</sup>
45×10 cm	8.75	10.00	25.00	14.58	21.33	21.40	21.28	21.34 <sup>ab</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.00 <sup>b</sup>
45×15 cm	8.75	8.75	25.00	14.17	21.13	21.29	21.59	21.34 <sup>ab</sup>	33.00 <sup>d</sup>	33.00 <sup>d</sup>	34.33 <sup>abc</sup>	33.44 <sup>ab</sup>
<b>Mean</b>	11.00 <sup>b*</sup>	11.38 <sup>b</sup>	22.33 <sup>a</sup>	14.90	21.10	21.71	21.33	21.38	33.44	33.17	33.78	33.46
LSD <sub>(ST)</sub>	6.33				ns				ns			
LSD <sub>(SD)</sub>	ns				0.40				0.63			
LSD <sub>(ST×SD)</sub>	ns				ns				1.09			

\* Values within the same letter group are not different at the 0.05 significance level. ns: non-significant, LSD: least significant difference, WAC: water absorption capacity, WUI: water uptake index, SC: swelling capacity, SI: swelling index, PR: protein ratio, CT: cooking time.

## CONCLUSION AND SUGGESTIONS

Based on sowing times, the highest values of grain yield is 7.43 t ha<sup>-1</sup>; number of pods per plant, 9.72; number of grains per pod, 5.67; plant height, 51.39 cm) was obtained from the sowing time of May 22. When evaluated technological traits for sowing time and sowing density; the findings show that technological traits are not significantly affected by these variation sources. This situation is due to the fact that only a single genotype was used in the study; and when we exclude protein, other traits related to cooking are directly dependent on the genotype. Moreover, although protein also varies according to genotype, it was affected by the sowing density in this study; however, this effect is not at a level to recommend any sowing density. Therefore, when all these technological traits are to be ignored for a single

cultivar, the issue of which sowing time and which sowing density gives the highest value for grain yield, which is the most important agricultural traits, comes to the fore. Therefore, the most suitable sowing time for Gümüşhane Sugar Bean is recommended as between 22 May and 6 June and the best sowing norm is 30×15 cm.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Authors thank to Bill J. CHIMI because of his linguistic corrections. They also thank to Prof. Dr. Cemalettin BALTACI for the protein analysis.

## REFERENCES

Akgunduz M (2016) Maş Fasulyesi (*Vigna radiata* L.) Genotiplerinin Kuraklık Hassasiyetlerinin

- Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Anonymous (2001) Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Yemeklik%20Tane%20Baklagiller/yemeklik%20tane%20baklagiller.pdf> Accessed 10 August 2022.
- Anonymous (2020a) Soil Analysis Results of the Experimental Area. Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, Erzincan Horticultural Research Institute, Erzincan, Türkiye.
- Anonymous (2020b) Climatic Data for Gümüşhane Province in 2020. Türkiye State, Meteorological Service, Gümüşhane, Türkiye.
- AOAC (2003) Official Methods of the AOAC, Methods 920.87.
- Atli A, Koksall H, Dag A (1994) Yemeklik Tane Baklagillerde Kalite Değerleri. Gıda Sanayii 7(3): 44-48.
- Aydoğan S, Sahin M, Akcacik AG, Hamzaoglu S, Demir B, Gucbilmez CM, . . . Keles R (2020) Konya Koşullarında Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi 9(2): 259-270.
- Aydoğan C (2017) İleri Ispir Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Hatlarında Verim ve Kalite Çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Canci H, Bozkurt M, Kantar F, Yeken MZ, Özer G, Ciftci V (2019) Batı Anadolu Fasulye Genetik Kaynaklarının Biyolojik Çeşitliliğin Araştırılması ve Karakterizasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 22 (Ek Sayı 2): 251-263.
- Cengiz B (2007) Sakarya ve Eskişehir Lokasyonlarında Yetiştirilen Bazı Kuru Fasulye Çeşitlerinin Kalite Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Ceyhan E, Önder M, Kahraman A (2019) Fasulye Genotiplerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 23(49): 67-73.
- Cakir G (2019) Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Eskişehir Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu ile Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Caliskan S, Aytekin RI, Yagiz AK, Yavuz C (2018) Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde Tam ve Kısıtlı Sulama Uygulamalarının Tane Kalitesi Üzerine Etkisi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojileri Dergisi 6(12): 1853-1859.
- Cinar T (2015) Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Erzurum Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu ve Tarımsal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Deniz S (2008) Gevaş Yöresinde Toplanan Bazı Kuru Fasulye Hatlarında (*Phaseolus vulgaris* L.) Verim ve Bazı Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Direk M, Bayramoglu Z, Paksoy M (2002) Konya İli'nde Fasulye Üretiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(30): 21-27.
- Eroglu I (2007) Tuz Stresinin Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Kültür Çeşitlerinde Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- JMP (2007) JMP User Guide, Release 7 Copyright, ©2007, SAS: Institute Inc., Cary, NC, USA, ISBN: 978-1-5994-408-1.
- Kacar O, Cakmak F, Coplu N, Azkan N (2004) Bursa Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) Bakteri Aşılama ve Değişik Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18(1): 207-218.
- Kahraman A (2008) Konya Bölgesi'nde Yetiştirilen Kuru Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Populasyonlarının Genetik Farklılıklarının ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kahraman A (2014) Ekim Zamanlarının Kuru Fasulyegenotiplerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) Verim, Verim Unsurları ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Karabacak T (2018) Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinin Agro-Morfolojik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Karasu A (1993) Bazı Nohut Çeşitlerinin Agronomik ve Teknolojik Karakterleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Kaur M, Singh N (2006) Relationships between Selected Properties of Seeds, Flours and Starches from Different Chickpea Cultivars. International Journal of Food Properties 9: 597-608.

- Konuk A, Uzun T (2021) Kuru Fasulye Genotiplerinde Bazı Tarımsal Özelliklerin Belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 10(2): 161-168.
- Korban SS, Coyne DP, Weihing JL (1981) Rate of Water Uptake and Sites of Water Entry in Seeds of Different Cultivars of Dry Bean. HortScience 16(4): 545-546.
- Masa M, Tana T, Ahmed A (2017) Effect of Plant Spacing on Yield and Yield Related Traits of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties at Areka, Southern Ethiopia. Journal of Plant Biology and Soil Health 4(2), 13.
- Manjeru P, Madanzi T, Makedza B, Nciizah A, Sithole M (2007) Effects of Water Stress at Different Growth Stages on Components and Grain Yield of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Department of Agronomy, Faculty of Natural Resources Management and Agriculture, Midlands State University. African Crop Science Conference Proceedings 8: 299-303.
- Peksen E (2005) Samsun Koşullarında Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Verimle İlgili Özellikler Bakımından Karşılaştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(3): 88-95.
- Peksen E, Artik C (2005) Antibesinsel Maddeler ve Yemelik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2): 110-120.
- Serengul S (2019) Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Bingöl Koşullarındaki Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl.
- Sozen O, Karadavut U (2020) Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Kuru Fasulye Genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(4): 1205-1217.
- Schwartz HF, Brick MA, Nuland DS, Franc GD, Tech ED (1996) Dry Bean Production and Pest Management. Regionalbulletin, 562 p. Universities of Colorado, Nebraska, USA.
- Sehirali S (1988) Yemelik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1089, 435 p. Ankara, Türkiye.
- Sehirali S, Atli A (1993) Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Pişme Özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 161. Tekirdağ, Türkiye.
- Sener A, Kaya M (2022) Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Agro-Morfolojik Karakterizasyonu. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 27(2): 318-330.
- Taskesen S (2019) Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Erzincan Koşullarındaki Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl.
- Turker ZP (2019) Türkiye’de Yetiştirilen Fasulye Genotiplerinin Bazı Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- TÜİK (2022) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> Accessed 10 February 2023.
- TÜRKPATENT (2019) Gümüşhane Şeker Fasülyesi. Tescil No: 472. <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/6ce39331-bfdd-4aa8-b3a4-3148d9cd2c62.pdf>. Accessed 9 July 2024.
- Ucar O (2020) Organik Yemelik Tane Baklagil Yetiştiriciliği: Tarım ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler. U. Sevilmiş (Ed.), 263-290, İksad Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- Ucar O (2021) Yemelik Tane Baklagil Yetiştiriciliğinde Sıra Aralığının ve Ekim Sıklığının Önemi. ISPEC 6<sup>th</sup> International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development, May 16-18, 2021 Siirt, Türkiye.
- Ulker M (2008) Orta Anadolu Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Bazı Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Varankaya S, Ceyhan E (2012a) Yozgat Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 26(1): 27-33.
- Varankaya S, Ceyhan E (2012b) Orta Anadolu Bölgesi’nde Fasulye Tarımında Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 26(1): 15-26.

# Yaprak Gübresi Uygulamasının Farklı Ekim Zamanında Yetiştirilen Börülce (*Vigna unguiculata* L. Walp) Çeşitlerinin Çiçek Dökülmesi ve Tane Verimi Üzerine Etkileri

Feride ÖNCAN SÜMER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye

**Öz:** Artan küresel ısınmanın yemeklik dane baklagiller üzerine önemli etkileri gözlenmektedir. Börülce özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen bir baklagil bitkisidir. Bu bölgelerde yaz aylarında gözlenen yüksek sıcaklıklar börülcede çiçek dökülmelerine neden olmaktadır. Çalışmada farklı ekim zamanlarında çiçek tutumunu sağlamak amacıyla piyasada yaygın olarak kullanılan bir yaprak gübresi uygulaması yapılmıştır. Yaprak gübresi önerilen doz (75 g/100 l suya) ve kontrol (0 g) olmak üzere iki doz şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada Akkız, Karagöz ve Yerli olmak üzere üç farklı börülce çeşidi kullanılmıştır. Deneme, Aydın Köşk İlçesi koşullarında 2022 ve 2023 yıllarında üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada verim, verim komponentleri, çiçek dökülme oranı ve tane protein oranı incelenmiştir. Çalışma sonucunda incelenen özelliklerin ekim zamanı, yaprak gübresi ve çeşit faktörlerinden önemli düzeyde etkilendiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte tane verimi açısından erken ekimin tercih edilebileceği, yaprak gübrelemesinin çiçek dökümünün azalmasında etkili olduğu sonuçları ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Börülce, ekim zamanı, yaprak gübresi, verim

**The Effects of Foliar Fertilizer Application on Flower Drop and Grain Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Varieties Grown at Different Planting Times**

**Abstract:** Increasing global warming has significant effects on edible grain legumes. Cowpea is a legume plant widely grown especially in the Aegean and Mediterranean regions. The high temperatures observed in summer in these regions cause flower shedding in cowpea. In this study, foliar fertilizer was applied to ensure flower set. Foliar fertilizer was applied in two doses as recommended dose (75 g per 100 lt water) and control (0 g). Three different cowpea cultivars, namely Akkız, Karagöz and Yerli, were used in the study. The experiment was conducted in three replications in 2022-2023 under the conditions of Aydın Köşk district. Yield, yield components, flower drop rate and grain protein ratio were analyzed. As a result of the study, it was observed that the examined traits were significantly affected by sowing time, foliar fertilizer and cultivar factors. However, it was concluded that early sowing could be preferred in terms of grain yield and foliar fertilization was effective in reducing flower drops.

**Anahtar kelimeler:** Cowpea, sowing time, foliar fertilizer, seed yield

## GİRİŞ

Börülce (*Vigna unguiculata* L.), insan ve hayvan beslenmesinin yanı sıra çevre sürdürülebilirliği bakımından da önemli bir baklagil bitkisidir (Boukar ve ark., 2019). Aynı zamanda biyolojik azot fiksasyonu yoluyla toprak besin döngüsünde önemli bir rol oynayan çok amaçlı bir baklagildir (Gnankambary ve ark., 2020). Taneleri protein ve vitamin açısından zengin gıda olarak kullanılır. Besin değeri açısından, tanede %23-32 protein, %50-60 karbonhidrat ve %1 yağ içermektedir (Kirse ve Karklina, 2015). Protein gereksinimi için et ve yumurta gibi besinlere göre daha ekonomik bir kaynaktır ve vejetaryenler için önemli bir besindir (Jayawardhane 2022; Nordhagen ve ark., 2023). Börülce, yaz aylarında ortalama sıcaklığın 25 °C civarında olduğu bölgelerde optimum büyüme gösterir (Angelotti 2020). Börülce üretimi ve tüketimi büyük ölçüde Güney Afrika'nın batı ve merkezi kısmında gerçekleşmektedir. Bununla birlikte yüksek sıcaklık ve kuraklık koşullarına toleranslı bir baklagildir (Sindhu ve ark., 2019; Abebe ve Alemayehu, 2022).

İklim değişiklikleri ile birlikte küresel ısınma sebebiyle sıcaklıkların 5 °C ye kadar artış gösterebileceği tahmin

edilmektedir (Niharika 2013). Bu durumda kültür bitkilerinin ekim zamanlarının tekrar gözden geçirilmesi gerekliliği ortaya çıkacaktır. Börülce gibi yazlık ekilen bitkilerde sıcaklık artışına bağlı verim kayıplarının azaltılması için yetiştirildiği bölge için en uygun ekim zamanı belirlenmelidir. Börülce çiçeklenme ve tane dolumu döneminde kuraklığa karşı daha duyarlıdır (Gomes Filho ve Tahin, 2002; Bastos ve ark., 2011). Çiçeklenme öncesi dönemde 36°C sıcaklık, fotosentez, kök, gövde ve bakla gelişimini ile toplam kuru madde üretimini olumsuz etkilemiştir (Karim ve ark.,2003; Sharma ve ark.,2016). Bu dönemlerde bitkinin iyi bir fenolojik gelişimi için ekim tarihi önemlidir. Bu sayede kullanılan çeşidin yüksek verim vermesi sağlanır (Almeida ve ark., 2017). Ülkemizde börülce özellikle Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgesi koşullarında yetiştirilmekle birlikte ekim zamanı bölgelere göre değişebilmektedir (Günay 1992). Sıcaklık, iklim değişimi veya kuraklık stresi gibi faktörler verimi sınırlandırmaktadır.

\*Sorumlu Yazar: [fsumer@adu.edu.tr](mailto:fsumer@adu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 12 Kasım 2024

Kabul Tarihi: 26 Kasım 2024

Yapraktan bitki mikro besin uygulaması, bitkinin stres faktörleri ile mücadelesinin yanında sürdürülebilirlik için çok önemlidir. Yapraktan uygulama besin alımının olumsuz etkisini düzeltebilir (Fouly ve ark., 2010) ve topraktan elde edilen toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır (Dewal ve Pareek, 2004). En önemlisi, mikroblesinler fotosentezin temel fizyolojik süreçleri ve solunumda (Mengel ve ark., 2001) rol oynar çünkü makro ve mikro besin eksikliği fizyolojik süreçleri ciddi şekilde engelleyebilir ve böylece verim kazancını azaltır. Bu çalışmanın amacı, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen börülce çeşitlerine yaprak gübresi Çizelge 1.Deneme yıllarına ait meteorolojik veriler

uygulamasının verim ve verim komponentleri ile çiçek dökülmesi üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

#### MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme 2022 ve 2023 yıllarında Aydın Köşk ilçesi üretici tarlasında kurulmuştur. Çizelge 1’de deneme yıllarına ait minimum, maksimum, ortalama sıcaklıklar ile toplam yağış değerleri sunulmuştur. Denemenin ikinci yılında Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum sıcaklıkların iki derecenin üzerinde artış gösterdiği dikkat çekicidir. Bununla birlikte ikinci yıl toplam yağış miktarının birinci yıla göre oldukça fazla fakat aylara göre düzensiz olduğu belirlenmiştir.

Aylar	Min. Sıcaklık		Maks. Sıcaklık		Ort. Sıcaklık		Toplam Yağış	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Mayıs	8.7	7.0	39.2	36.6	21.7	19.9	9.2	56.7
Haziran	16.2	14.3	38.4	38.4	26.2	25.0	42.9	16.9
Temmuz	17.3	16.4	42.2	44.6	29.3	29.9	0.6	29.8
Ağustos	18.3	17.9	40.6	42.7	28.1	28.3	22.1	0.4
Eylül	8.1	13.4	39.0	38.3	24.1	25.3	4.0	26.0
Ekim	6.1	10.0	37.3	32.9	19.4	20.4	0.9	1.8
<b>Ortalama</b>	<b>12.5</b>	<b>13.2</b>	<b>39.5</b>	<b>38.9</b>	<b>24.8</b>	<b>24.8</b>		
<b>Toplam</b>							<b>79.7</b>	<b>131.6</b>

Çizelge 1’de deneme yıllarına ait minimum, maksimum, ortalama sıcaklıklar ile toplam yağış değerleri sunulmuştur. Denemenin ikinci yılında Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum sıcaklıkların iki derecenin üzerinde artış gösterdiği dikkat çekicidir. Bununla birlikte ikinci yıl toplam yağış miktarının birinci yıla göre oldukça fazla fakat aylara göre düzensiz olduğu belirlenmiştir.

Bölgede geniş alanlarda kullanılan yaprak gübresi uygulaması yapılmıştır. Gübre içeriğinde toplam N (%3); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%30); K<sub>2</sub>O (%10); Bor (%3) ve Molibden (%3) şeklindedir. Uygulama, kontrol (0 g) ve tavsiye doz olan 100 litre suya (75 g) miktarında yapılmıştır. Yaprak gübresi, her iki ekim zamanında da iki seferde uygulanmıştır. Birinci uygulama 5-6 yapraklı dönem ve ikinci uygulama çiçeklenme öncesi dönem de yapılmıştır. Uygulama, sırt pülverizatörü ile püskürtme şeklinde yapılmıştır. Yaprak uygulamasında, 100 L da<sup>-1</sup> püskürtme çözeltisi verecek şekilde kalibre edilmiş, 12 L kapasiteli bir basınçlı sırt püskürtücüsü kullanılmıştır.

Çalışmada materyal olarak Karagöz ve Akkız standart çeşitleri ile bölgedeki üreticilerden temin edilmiş ve yaygın olarak yetiştirilen “Yerli” olarak adlandırılmış çeşit kullanılmıştır.

Parsel uzunluğu 5 m ve sıra arası 70 cm mesafede, metrekarede 50 adet tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Her iki yılda tohum ekimi, 1 ay arayla iki farklı zamanda yapılmıştır. Birinci yıl ekimler 9 Mayıs ve 9 Haziran.2022 tarihlerinde, ikinci yıl ise 12 Mayıs ve 12 Haziran 2023

tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Mayıs ve Haziran ekimlerinde çiçeklenme döneminde gözlenen dökülmeler sebebiyle çalışmada ekim zamanı olarak bu tarihler seçilmiştir. Ekim zamanı ana parsel, yaprak gübre uygulaması ve çeşitler alt parselleri oluşturmuş, deneme tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Çiçeklenme gün sayısı, her parselde bitkilerin %50 sinin çiçek açtığı tarih olarak belirlenir. Olgunlaşma gün sayısı, her parseldeki bitkilerin %50 sinin olgunlaşma dönemine girdiği tarih olarak ölçümlenir. Her parselden alınan 10 adet bitkide yan dal sayısı, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, 100-tane ağırlığı özellikleri ölçümlenmiştir. Çiçek dökülme oranı, parsellerdeki dökülmüş çiçeklerin sayısının yüzde oranlanmasıyla hesaplanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler JMP analiz programında yapılmıştır.

#### BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen özellikler bakımından yapılan istatistiki analiz sonucunda yıl faktörünün önemli olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple çalışma yılları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çizelge 2’de çiçeklenme gün sayısına ait ortalama değerler (40.7-74.0 gün) sunulmuştur. Çeşitlere göre değişimle birlikte ikinci zamanda ekilen börülcelerin daha geç çiçeklendiği saptanmıştır. Erken ekilen Yerli çeşidinin daha geç çiçeklendiği (73.2 gün) belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çiçeklenme gün sayısı özelliğine ait ortalama değerler

Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Çeşit Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	48.3	50.0	49.2cd	50.3	53.7	52.0bc	50.6b
Karagöz	43.7	49.3	46.5d	51.7	50.3	51.0bc	48.8b
Yerli	72.3	74.0	73.2a	55.3	53.3	54.3b	63.8a
Ortalama	54.8	57.8	56.3	52.4	52.4	52.4	54.4
LSDçeşit	2.78						
LSDçeşit*zaman	3.98						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	45.6	47.8	46.7c	52.2	55.5	53.8b	50.3b
Karagöz	40.7	47.1	43.9c	53.5	52.2	52.8b	48.4b
Yerli	69.4	71.8	70.6a	57.2	55.2	56.2b	63.4a
Ortalama	51.9	55.6	53.7	54.3	54.3	54.3	54.0
LSDçeşit	2.78						
LSDçeşit*zaman	4.45						

Bu çeşidin Haziran ayında ekilmesinin daha uygun olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Çiçeklenme gün sayısı üzerine çeşit faktörü ve çeşit\*zaman interaksiyonunun önemli olduğu gözlenmiştir. Çiçeklenme gün sayısı erkencilik için önemli bir faktördür. Bu sürenin kısa olması bitkinin erken geliştiğini göstermiştir. Bununla birlikte bürülmede çiçeklenme gün sayısı üzerine sıcaklık etkili olmuştur (Steele, 1972; Hadley ve ark., 1983). Optimum çiçeklenme süresi bitki çeşidine ve yetiştirildiği bölgeye göre değişebilmektedir. Geç ekimlerde sıcaklığın artmasıyla çiçeklenme zamanının olumsuz etkilendiği gözlenmiştir (Idikut ve ark., 2019). Çizelge 3'de olgunlaşma gün sayısına ait ortalama değerler (68.2-87.7 gün) ortaya konulmuştur. Olgunlaşma gün sayısı üzerine çeşit ve zaman faktörünün etkisi önemli bulunmuştur. Geç çiçeklenen yerli çeşidin daha uzun sürede olgunlaştığı (86.7 gün) belirlenmiştir. Diğer çeşitlerin olgunlaşma gün sayısı bakımından aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. Özellikle ikinci yılda eylül ve ekim ayında yüksek seyreden minimum sıcaklık değerlerinin hızlı olgunlaşmaya katkı sağlayabileceği saptanmıştır. Bununla birlikte Temmuz ayı ortalama sıcaklıklarının ikinci yıl (29.9 °C) daha yüksek olması geç ekimlerde olgunlaşma gün süresinin kısalmasına neden olmuştur. Ddamulira (2017), yerli çeşidin daha erken (67 gün) olgunlaştığını belirtmiştir. Çizelge 4'de dökülme oranına ait ortalama değerler (% 0.0-51.7) belirtilmiştir.

Çeşit, zaman, yaprak gübresi faktörleri ile çeşit\*yaprak gübresi ve zaman\*yaprak gübresi

interaksiyonlarının etkisi önemli bulunmuştur. İkinci yıl geç ekimlerinde, yaprak gübresi uygulanmayan bitkilerde daha yüksek çiçek dökülmesi (%49.3) gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda erken çiçek oluşumunun daha az dökülmeye neden olduğu belirlenmiştir (Niharika 2013). Yaprak gübresi uygulanan parsellerdeki çiçek dökülmeleri belirgin şekilde azaldığı saptanmıştır. Yüksek sıcaklıklarda bitki çiçeklerini dökmektedir. Kuraklık stresi durumunda alt 2. ve 3. boğumlardaki dökülme oranı sulanan bitkilere oranla, %82'den %93'e çıkmıştır (Tewolde ve ark., 1991). Hava sıcaklığının 4.8 °C artışı, bürülmede çeşitlere göre değişmekle birlikte çiçek dökülmelerini artırmıştır (Barros ve ark., 2023).

Yapılan araştırmalarda polen tanesinin gelişiminin yüksek sıcaklığa hassas olduğu için çiçek dökülmelerine sebep olabileceği belirtilmiştir (Lohani ve ark., 2020). Ayrıca fizyolojik parametreler üzerinde (Begcy ve ark., 2018), çiçek oluşumu ve yeni çiçeklerin gelişimi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Sharma ve ark., 2016). Sita ve ark. (2005) yüksek sıcaklıkların çiçeklenme döneminin süresini değiştirdiğini, sıcaklık artışının bürülme çeşitlerinde çiçek dökülmesine neden olduğunu, 32 °C/29 °C sıcaklıklarında sırasıyla %33 ve %66 oranında yeni bitki oluşumu gerçekleştiğini ve çiçek dökülmesine neden olmanın yanı sıra, polen tanesinin canlılığını, yumurta hücrelerinin verimlilik durumunu ve bu da doğrudan bakla dolumunu, tane iriliği ve tane verimini etkileyebileceğini bildirmiştir.



Çizelge 3. Olgunlaşma gün sayısı özelliğine ait ortalama değerler

Olgunlaşma Gün Sayısı (gün)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman		Ort.	2.Zaman		Ort.	Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l		0 g	75 g/100 l		
Akkız	58.7	58.7	58.7	74.3c	73.0	73.7b	66.2B
Karagöz	57.7	57.3	57.5	73.7c	72.3	73.0b	65.3B
Yerli	87.7	85.7	86.7	74.0a	73.0	73.5b	80.1A
Ortalama	68.0	67.2	67.6	74.0	72.8	73.4	70.5
LSDçeşit	3.12						
LSDçeşit*zaman	4.45						
2023							
Çeşitler	1.Zaman		Ort.	2.Zaman		Ort.	Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l		0 g	75 g/100 l		
Akkız	72.1	70.8	71.4	70.2	68.9	69.6	70.5
Karagöz	71.4	70.1	70.7	69.6	68.2	68.9	69.8
Yerli	71.7	70.8	71.2	69.9	68.9	69.4	70.3
Ortalama	71.7	70.5	71.1a	69.9	68.7	69.3b	70.2
LSDzaman	3.18						

Çizelge 4. Çalışma yıllarına göre dökülme oranı özelliğine ait ortalama değerler

Dökülme Oranı (%)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	11.7	0.0	11.1	43.3	0.0	43.3	27.2A
Karagöz	6.7	0.0	6.7	31.7	0.0	31.7	19.2B
Yerli	15.0	0.0	15.0	53.3	0.0	53.3	34.2A
Ortalama	11.1	0.0	11.1b	42.8	0.0	42.8a	26.9
LSDzaman	2.06						
LSDzaman*yaprak gübresi	2.41						
LSDyaprak gübresi	1.72						
LSDçeşit	4.05						
LSDçeşit*yaprak gübresi	2.73						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	15.0	3.3	9.0	51.7	3.3	27.5	18.3
Karagöz	14.0	1.7	7.8	40.0	5.0	22.5	15.2
Yerli	20.0	1.7	10.8	56.3	1.7	29.0	19.9
Ortalama	16.3	2.2	9.3b	49.3	3.3	26.3a	17.8
LSDzaman	3.96						
LSDyaprak gübresi	2.10						
LSDzaman*yaprak gübresi	2.96						

Çizelge 5’de bitki boyu özelliğine ait ortalama değerler (40.8-59.4 cm) gösterilmiştir. Bu özellik üzerine zaman, yaprak gübresi, çeşit faktörleri ile zaman\*çeşit interaksyonu önemli bulunmuştur. Bitki boyu özelliğinin oluşmasında çevre ve genotip birlikte etkili bulunmuştur. Çalışma yerli genotipinin Akkız ve Karagöz daha daha uzun bitki boyuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Önceki çalışmalarda farklı ekim zamanlarının bitki boyu üzerine etkili olduğu ve ortalama değerlerin 104.90–69.28 cm arasında değiştiği belirtilmiştir (İdikut ve ark., 2019). Kır ve ark. (2015) börülce bitkisinin bitki boyu bakımından geniş varyasyon içerdiğini ve bitki

boyularının 65-350 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çizelge 6’da ilk bakla yüksekliğine ait ortalama değerler (24.8-33.1 cm) Bu özellik üzerine çeşit, yaprak gübresi\*çeşit, zaman\*çeşit, zaman\*yaprak gübresi\*çeşit interaksyonlarının önemli etkide olduğu gözlemlenmiştir. Hasat esnasında tane kayıplarının az olması için baklagillerde ilk bakla yüksekliği değerleri önemlidir. Önceki çalışmalarda ilk bakla yüksekliği üzerinin lokasyon faktörü önemli bulunmuş ve ortalama ilk bakla yüksekliği değerleri 21.94–30.99 cm olarak belirtilmiştir (İdikut ve ark., 2019).

Bitki Boyu (cm)						
2022						
Çeşitler	1.Zaman		Ort.	2.Zaman		Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l		0 g	75 g/100 l	
Akkız	46.7	46.6	46.7	47.9	49.1	47.6b
Karagöz	41.8	43.9	42.9	46.6	47.7	45.0c
Yerli	58.0	58.3	58.1	58.0	59.4	58.4a
Ortalama	48.8	49.6	49.2A	50.9	52.1	50.3
LSDzaman	1.84					
LSDyaprak gübresi	0.77					
LSDzaman*çeşit	2.14					
LSDçeşit	1.46					

2023						
Çeşitler	1.Zaman		Ort.	2.Zaman		Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l		0 g	75 g/100 l	
Akkız	43.7	43.6	43.6	45.1	46.3	44.7b
Karagöz	40.8	40.9	40.8	43.8	45.2	42.7c
Yerli	55.0	55.4	55.2	55.2	56.9	55.6a
Ortalama	46.5	46.6	46.6B	48.0	49.5	47.6
LSDzaman	1.72					
LSDçeşit	1.49					

Çizelge 6. Çalışma yıllarına göre ilk bakla yüksekliği özelliğine ait ortalama değerler

İlk Bakla Yüksekliği (cm)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	27.0	27.4	27.2	27.2	27.1	27.1	27.2B
Karagöz	27.5	28.0	27.8	27.6	31.8	29.7	28.7A
Yerli	31.8	32.1	31.9	32.0	33.1	32.5	32.2A
Ortalama	28.8	29.1	29.0	28.9	30.6	29.8	29.4
LSDyaprak gübresi*çeşit	1.97						
LSDzaman*çeşit	1.94						
LSDçeşit	3.56						
LSDzaman*çeşit*yaprak gübresi	2.78						

2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	25.0	25.3	25.1	25.2	24.8	25.0	25.1C
Karagöz	25.5	25.8	25.7	28.8	29.5	29.1	27.4B
Yerli	29.0	29.6	29.3	29.5	30.8	30.1	29.7A
Ortalama	26.5	26.9	26.7	27.8	28.4	28.1	27.4
LSDçeşit	1.71						

Çizelge 7. Bitki yan dal sayısı özelliğine ait ortalama değerler

Bitki Yan Dal Sayısı (adet)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	6.2	5.9	6.0	5.9	5.9	5.9	6.0a
Karagöz	4.9	4.9	4.9	4.5	5.7	5.1	5.0c
Yerli	5.7	5.4	5.5	5.1	5.9	5.5	5.5b
Ortalama	5.6	5.4	5.5	5.2	5.8	5.5	5.5
LSDçeşit	0.32						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	5.2	4.9	5.1	5.0	4.3	4.6	4.8A
Karagöz	3.9	3.9	3.9	3.2	4.1	3.6	3.8C
Yerli	4.8	4.4	4.6	3.6	4.2	3.9	4.2A
Ortalama	4.6	4.4	4.5a	3.9	4.2	4.1b	4.3
LSDçeşit	0.22						
LSDzaman	3.46						
LSDçeşit*yaprak gübresi	0.49						

Çizelge 8. Çalışma yıllarına göre bitkide bakla sayısı özelliğine ait ortalama değerler

Bitkide Bakla Sayısı (adet)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	4.7	5.9	5.3	6.0	5.8	5.9	5.6a
Karagöz	4.3	4.7	4.5	5.4	5.6	5.5	5.0b
Yerli	6.2	6.2	6.2	5.9	6.3	6.1	6.2a
Ortalama	5.1	5.6	5.3	5.8	5.9	5.8	5.6
LSDçeşit	0.59						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	6.6	6.7	6.7	6.0	6.4	6.2	6.4
Karagöz	6.5	6.4	6.5	5.8	6.0	5.9	6.2
Yerli	6.1	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2
Ortalama	6.4	6.5	6.5a	6.0	6.2	6.1b	6.3
LSDzaman	0.60						

Çizelge 7’de yan dal özelliğine ait ortalama değerler (3.9-5.9 adet) belirtilmiştir. Bu özellik üzerine çeşit, zaman faktörleri ve çeşit\*yaprak gübresi interaksyonu önemli bulunmuştur. Yaprak gübresi uygulamasının yan dal sayısı üzerine etkisi önemli olmamakla birlikte ortalama değerlerin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında Akkız, diğerlerine göre daha yüksek ortalama yan dal sayısına sahip bulunmuştur. Önceki çalışmalarda farklı ekim zamanlarına göre dal sayısı değerleri 10.31–6.33 adet arasında değiştiği görülmüştür (İdikut ve ark., 2019). Beycioğlu (2016), ise çalışmasında yan

dal sayısını 13.15–9.05 adet arasında değiştiğini bildirmiştir. Çizelge 8’de bitki bakla sayısına ait ortalama değerler (4.3-6.7 adet) gösterilmiştir. Bu özellik üzerine zaman, çeşit faktörlerinin etkisi önemli bulunmuştur. Yerli çeşidinde (6.2 adet) bitkide bakla sayısı daha yüksek bulunmuştur. Eylül ayında gözlenen aşırı yağışlar geç ekimde az bakla oluşumuna neden olmuş olabilir. Çeşitlerin yaprak gübresi uygulamasına tepkileri farklılık göstermiştir. Yapılan çalışmalarda organik gübrelemenin bitkide bakla sayısını artırdığı bildirilmiştir (Yadav ve ark., 2019).

Çizelge 9. Bakla uzunluğu özelliğine ait ortalama değerler

Bakla Uzunluğu (cm)								
2022								
Çeşitler	1.Zaman			Ort.	2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l			0 g	75 g/100 l		
Akkız	8.0	6.9	7.4C		7.7	7.9	7.8C	7.6b
Karagöz	8.6	7.8	8.2C		7.7	7.8	7.7C	8.0b
Yerli	13.3	14.4	13.8A		10.9	12.0	11.5B	12.7a
Ortalama	10.0	9.7	9.8a		8.8	9.2	9.0b	9.4
LSDzaman		0.65						
LSDçeşit		1.03						
LSDçeşit*zaman		1.46						
LSDzaman*yaprak gübresi		0.42						
2023								
Çeşitler	1.Zaman			Ort.	2.Zaman			Genel Ort..
	0 g	75 g/100 l			0 g	75 g/100 l		
Akkız	6.0	5.0	5.5c		5.6	5.4	5.5c	5.5b
Karagöz	6.6	5.9	6.3c		5.1	5.4	5.3c	5.8b
Yerli	11.3	12.6	11.9a		8.4	9.7	9.0b	10.5a
Ortalama	8.0	7.8	7.9a		6.4	6.8	6.6b	7.2
LSDzaman		0.47						
LSDçeşit		1.01						
LSDçeşit*zaman		1.43						

Çizelge 10. 100 tane ağırlığı özelliğine ait ortalama değerler.

100 Tane Ağırlığı (g)								
2022								
Çeşitler	1.Zaman			Ort.	2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l			0 g	75 g/100 l		
Akkız	12.8	13.2	13.0		13.0	13.8	13.4	13.2b
Karagöz	13.3	13.7	13.5		13.0	13.2	13.1	13.3b
Yerli	14.2	14.4	14.3		14.7	15.1	14.9	14.6a
Ortalama	13.4	13.8	13.6		13.6	14.1	13.8	13.7
LSDçeşit		0.78						
2023								
Çeşitler	1.Zaman			Ort.	2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l			0 g	75 g/100 l		
Akkız	12.3	12.6	12.4		13.7	14.1	13.9	12.2A
Karagöz	10.2	10.8	10.5		10.5	11.4	10.9	11.1B
Yerli	11.2	11.6	11.4		12.0	12.2	12.1	11.8B
Ortalama	11.2	11.7	11.4b		12.1	12.6	12.3a	6.2
LSDzaman		0.65						
LSDçeşit		1.29						

Çizelge 9' bakla uzunluğuna ait ortalama değerler (5.1-14.4 cm) belirtilmiştir. Bu özellik üzerine zaman, çeşit faktörleri ile zaman\*yaprak gübresi, çeşit\*zaman interaksyonları önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında yerli, diğerlerinden daha uzun bakla oluştururken, yaprak gübresi uygulamasından olumlu yönde etkilenmiştir. Önceki çalışmalarda bakla uzunluğunun yetiştirilme koşullarından etkilendiği saptanmıştır (Ünlü ve Padem 2005).

Çizelge 10'da 100-tane ağırlığına ait ortalama değerler (10.2-15.1 g) gösterilmiştir. Zaman ve çeşit faktörlerinin bu özellik üzerine etkisi önemli bulunmuştur. İkinci yıl eylül ayında

gözlenen yağışlar, tane dolum sezonun uzamasına ve daha iri taneye neden olmuş olabilir. Ancak yapılan çalışmalarda erken ekimlerin verim ve verim komponentleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiği yönündedir (Ezeaku ve ark., 2015). 100-tane özelliği tane verimini belirleyen unsurlardan biridir. Önceki çalışmalarda 9.1-14.9 g arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Al-Amri 2023). Ceritoglu ve Erman (2020) tane verimine doğrudan etkili en önemli verim komponentlerinin bakla tane sayısı, bitki tane sayısı, 100-tane ağırlığı ve bitki bakla sayısı olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 11. Baklada tane sayısı özelliğine ait ortalama değerler

Baklada Tane Sayısı (adet)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	7.5	7.8	7.7	6.5	6.7	6.6	7.1
Karagöz	7.2	7.6	7.4	6.4	6.8	6.6	7.0
Yerli	7.6	7.8	7.7	4.8	6.2	5.5	6.6
Ortalama	7.4	7.7	7.6	5.9a	6.6	6.3b	6.9
LSDzaman	0.52						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	9.6	9.8	9.7	7.3	8.4	7.8	8.8
Karagöz	9.1	9.5	9.3	7.2	8.5	7.9	8.6
Yerli	9.6	9.6	9.6	5.6	7.9	6.7	8.2
Ortalama	9.4	9.6	9.5a	6.7	8.2	7.5	8.5b
LSDzaman	0.60						
LSDyaprak gübresi*zaman	0.61						
LSDyaprak gübresi	0.88						

Çizelge 12. Tane verimi özelliğine ait ortalama değerler

Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	241.3	245.0	243.2	240.7	242.0	241.3	242.3a
Karagöz	208.3	204.7	206.5	204.3	204.0	204.2	205.3b
Yerli	175.0	178.0	176.5	174.3	174.0	174.2	175.3c
Ortalama	208.2	209.2	208.7	206.4	206.7	206.6	207.6
LSDçeşit	3.04						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	235.7	238.7	237.2	220.7	224.8	222.7	230.0a
Karagöz	202.7	205.1	203.9	197.5	201.0	199.2	201.6b
Yerli	169.4	177.4	173.4	168.0	172.3	170.2	171.8c
Ortalama	202.6	207.1	204.8a	195.4	199.4	197.4b	201.1
LSDzaman	6.15						
LSDyaprak gübresi	2.55						
LSDçeşit	3.12						
LSDçeşit*zaman	4.43						

Çizelge 11’de baklada tane sayısına ait ortalama değerler (4.8-9.8 adet) gözlenmiştir. Bu özellik üzerine zaman ve yaprak gübresi faktörlerinin etkili olduğu saptanmıştır. Çizelge 12’de tane verimine ait ortalama değerler (168.0-245.0 kg da<sup>-1</sup>) verilmiştir. Bu özellik üzerine yaprak gübresi, çeşit faktörleri ile çeşit\*yaprak gübresi interaksyonu önemli bulunmuştur. Tane verimi üzerine genotip ve çevre birlikte etkilidir. Akkız çeşidi diğer çeşitlere göre daha yüksek verim vermekle birlikte, ekim zamanından etkilenmiş ve erken ekimde daha yüksek verim elde edilmiştir. Yapılan

çalışmalarda börülce tane verimi değerleri 97.80-319.34 kg da<sup>-1</sup> arasında verilmiştir (İdikut ve ark., 2019). El Naim ve ark. (2010), Sudan ekolojik şartlarında börülce çeşitlerinde tane verimlerinin 84–114 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Yılmaz ve Elmas (2024), uyguladıkları mineral gübrelemenin börülcede tane verimini artırdığını belirlemişlerdir. Çizelge 13’de tane protein oranına ait ortalama değerler (%20.8-24.8) ortaya konulmuştur. Protein oranı üzerine çeşit faktörünün etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 13. Protein oranı özelliğine ait ortalama değerler

Protein Oranı (%)							
2022							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	21.0	21.2	21.1	21.0	20.8	20.9	21.0b
Karagöz	23.0	20.8	21.9	22.6	20.8	21.7	21.8ab
Yerli	22.7	23.1	22.9	22.7	22.1	22.4	22.7a
Ortalama	22.2	21.7	22.0	22.1	21.2	21.7	21.8
LSDçeşit	1.11						
2023							
Çeşitler	1.Zaman			2.Zaman			Genel Ort.
	0 g	75 g/100 l	Ort.	0 g	75 g/100 l	Ort.	
Akkız	22.5	22.7	22.6	22.7	22.9	22.8	22.7b
Karagöz	24.5	22.3	23.4	24.4	22.0	23.2	23.3ab
Yerli	24.2	24.8	24.5	24.7	23.4	24.0	24.3a
Ortalama	23.7	23.3	23.5	23.9	22.8	23.4	23.4
LSDçeşit	1.12						

Çeşitler arasında yerli ve karagözün daha yüksek protein oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara göre yaprak gübresi uygulanmayan parsellerden alınan örneklerde ortalamanın daha düşük olduğu gözlenmiştir. İdikut ve ark. (2019), benzer olarak erken ekimlerde daha düşük protein oranı (%23.34-24.51) ölçümlenmiştir. Kyei-Boahen ve ark., (2017), tane verimi ile protein oranı arasındaki ters ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuçlara göre yaprak gübresi uygulanmayan parsellerden alınan örneklerde ortalamanın daha düşük olduğu saptanmıştır. Önceki çalışmalarda tane protein oranı 22.69-24.21% arasında değişmiştir. Yürürdurmaz (2022) ve Toy ve Ünlü (2015)'de organik gübrelemenin protein oranını artırdığını belirlemişlerdir.

#### SONUÇ

Çalışma sonucunda bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı gibi verim komponentleri ile tane verimi değerleri birinci zaman olan erken ekimde daha yüksek bulunmuştur. Çeşitler arasında bölgede yaygın olarak yetiştirilen yerli genotipinin uzun boy ve güçlü habitus oluşturduğu, bu sebeple geç çiçeklenme ve olgunlaşma göstererek düşük verim verdiği ancak yüksek protein oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Akkız ve Karagöz çeşitlerinin daha erken çiçeklenip olgunlaştığı ve daha yüksek tane verimi verdiği ortaya konulmuştur. Erken ekimle uzayan vejetasyon süresinde tane dolun dönemi de uzamıştır ve tane verimine olumlu katkı sunmuştur. Bununla birlikte ikinci yıl temmuz ağustos aylarında gözlenen yüksek maksimum sıcaklıklar nedeniyle tane verimi düşmüş olabilir ancak uygulanan yaprak gübresi ile bu düşüşün azaldığı saptanmıştır. Yaprak gübrelenmesi, çiçek dökülme oranlarının oldukça azalmasına neden olmuştur. Bu sebeple vejetasyon dönemi içerisinde yüksek sıcaklık dönemlerinde verim kaybını önlemek amacıyla yaprak gübrelenmesi yapılması tavsiye edilebilir.

#### KAYNAKLAR

- Abebe BK, Alemayehu, MT (2022). A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets. *Journal of Agriculture and Food Research*, 100383.
- Al-Amri S (2023). Effect of presoaking various growth regulators on the yield and biochemical characteristics of cowpea plants (*Vigna sinensis* L.). *Journal of King Saud University-Science*, 35(1), 102385.
- Almeida FS, Mingotte FLC, Lemos LB, Santana MJ (2017). Agronomic performance of cowpea cultivars depending on sowing seasons in the Cerrado biome. *Rev. Caatinga* 30:361–369. <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n211rc>
- Angelotti F, Barbosa LG, Barros JRA, Santos CAFD (2020). Cowpea development under different temperatures and carbon dioxide concentrations. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 50, e59377.
- Barros JRA, dos Santos TC, Silva EGF, da Silva WO, Guimarães MJM, Angelotti F (2024). Pollen Viability, and the Photosynthetic and Enzymatic Responses of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., Fabaceae) in the Face of Rising Air Temperature: A Problem for Food Safety. *Agronomy* 14(3):463. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030463>
- Bastos EA, Nascimento SP, Silva EM, Freire Filho FR, Gomide RL (2011). Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. (In Portuguese, with English abstract.). *Rev. Cienc. Agron.* 42:100–107. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100013>
- Begcy K, Weigert A, Egesa AO, Dresselhaus T (2018). Compared to Australian cultivars, European summer

- wheat (*Triticum aestivum*) overreacts when moderate heat stress is applied at the pollen development stage. *Agronomy*, 8(7): 99.
- Beycioğlu T (2016). Kahramanmaraş Koşullarında Börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) Bitkisine Uygulanan Farklı Sıra Arası ve Sıra Üzeri Mesafelerin Verim Unsurlarına Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 57s.
- Boukar O, Belko N, Chamarthi, S, Togola A, Batiemo, J, Owusu E, Haruna M, Diallo S, Lawan Umar M, Olufajo O, Fatokun C (2019). Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. *Plant breeding*, 138(4): 415-424.
- Ceritoglu M, Erman M (2020). Determination of some agronomic traits and their correlation with yield components in cowpea. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 34(2): 154-161.
- El Naim AM, Hagelsheep AM, Abdelmuhsin MS, Abdalla AE (2010). Effect of intra-row Spacing on Growth and Yield of three Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Varieties Under Rainfed. *Res J Agric Bio Sci*, 6(5): 623-629.
- İdiküt L, Zulkadir G, Polat C, Çiftçi S, Önem AB (2019). Farklı lokasyonlarda ve ekim zamanlarında yetiştirilen börülcenin agromorfolojik özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2): 164-169.
- Ddamulira G, Santos CA, Alanyo M, Ramathani I, Maphosa M (2017). Maturity, protein content and yield stability of cowpea in Uganda. *South African Journal of Plant and Soil*, 34(4), 255–261. <https://doi.org/10.1080/02571862.2016.1274919>
- Dewal GS, Pareek RG (2004). Effect of phosphorus, sulphur and zinc on growth, yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum*). *Indian J. Agron.* 49: 160-162.
- El-Fouly MM, Mobarak ZM, Salama ZA (2010). Improving tolerance of faba bean during early growth stages to salinity through micronutrients foliar spray. *Not. Sci. Biol.*, 2: 98- 102.
- Ezeaku IE, Mbah BN, Baiyeri KP (2015). Planting date and cultivar effects on growth and yield performance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *African Journal of Plant Science*, 9(11), 439-448. <https://doi.org/10.5897/AJPS2015.1353>
- Gomes Filho RR, Tahin JF. (2002). Physiologic response of erect and decumbent cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* L. Walp) submitted to different irrigation levels. (In Portuguese, with English abstract.). *Eng. Agric.* 10:56–60.
- Gnankambary K, Sawadogo N, Diéni Z, Batiemo TBJ, Tignegré JBDS, Sawadogo M, Ouédraogo TJ (2020). Assessment of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) mutant lines for drought tolerance. *International Journal of Agronomy*, (1), 8823498.
- Günay A (1992). Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt: 4. Çağ Matbaası, Ankara.
- Hadley P, Roberts EH, Summerfield RJ, Minchin FR (1983). A quantitative model of reproductive development in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] in relation to photoperiod and temperature and implications for screening germplasm. *Ann Bot* 51: 531–543
- Jayawardhane J, Goyal JC, Zafari S, Igamberdiev AU (2022). The Response of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Plants to Three Abiotic Stresses Applied with Increasing Intensity: Hypoxia, Salinity, and Water Deficit. *Metabolites*, 12 (1):38.
- Karim A, Fukamachi, H, Hidaka T (2003). Photosynthetic performance of *Vigna radicata* L. leaves developed at different temperature and irradiance levels. *Plant Science* 164:454-458
- Kır A, Tan A, Ay N, Korkmaz N, Gündüz M (2015). Ege ve Akdeniz Bölgesi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Yerel Çeşitlerinin Agro- Morfolojik Karakterizasyonu. *Anadolu, J. of AARI*, 25(2): 1-3.
- Kirse A, Karklina D (2015) Integrated evaluation of cowpea(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and maple pea," *Pisum sat-ivum* var. *arvense* (L.) spreads, vol. 13, no. 4: 956–968.
- Kyei-Boahen S, Savala CE, Chikoye D, Abaidoo R (2017). Growth and yield responses of cowpea to inoculation and phosphorus fertilization in different environments. *Frontiers in plant science*, 8, 646.
- Mengel K, Kirkby EA, Kosegarten H, Appel T (2001). *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Niharika S (2013). Flower numbers, Pod production, Pollen viability are Reduced with Flower and Pod abortion increased in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Heat stress. *Research Journal of Recent Sciences* 2: 116-119
- Nordhagen S, Onuigbo-Chatta, N, Lambertini, E, Wenndt, A, Okoruwa A (2023). Perspectives on food safety across traditional market supply chains in Nigeria. *Food and Humanity*, 1:333-342. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.06.018>

- Sharma L., Priya M, Bindumadhava H, Nair RM, Nayyar H (2016). Influence of high temperature stress on growth, phenology and yield performance of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] under managed growth conditions. *Scientia Horticulturae*, 213: 379-391.
- Sindhu M., Kumar A, Yadav H, Chaudhary D, Jaiwal R, Jaiwal PK (2019). Current advances and future directions in genetic enhancement of a climate resilient food legume crop, cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 139: 429-453.
- Sita K, Sehgal A, HanumanthaRao B, Nair RM, Vara Prasad PV, Kumar S, Gaur PM, Farooq M, Siddique KHM, Varshney RK, Nayyar H. (2017). Food legumes and rising temperatures: effects, adaptive functional mechanisms specific to reproductive growth stage and strategies to improve heat tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8:1658.
- Steele WM (1972). Cowpeas In Nigeria. Ph D Thesis. The University of Reading. U.K.
- Toy D, Ünlü H (2015). Determination of the effect of farm and green manure utilization on yield and quality in green and dry cowpea. *SDU J. Nat. Appl. Sci.* 10, 110–117.
- Ünlü H, Padem H (2009). Börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Sulu ve Kurak Koşullarda Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3).
- Yadav AK, Naleeni R, Dashrath S (2019) Effect of organic manures and biofertilizers on growth and yield parameters of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *J. Pharmacogn. Phytochem* 8: 271–274.
- Yılmaz N, Elmas Y (2024). Börülce (*Vigna unguiculata* L.)’de fosfor ve bor uygulamalarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1): 119-128.
- Yürürdurmaz C (2022) Impact of Different Fertilizer Forms on Yield Components and Macro–Micronutrient Contents of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Sustainability* 14(19):12753. <https://doi.org/10.3390/su141912753>.





## Halk Eli Norduz Sürü Kompozisyonlarının Karşılaştırmalı Doğal Aşım ve Yapay Tohumlama Döl Verimleri

Kadir KIRK<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Van, TÜRKİYE

**Öz:** Bu çalışmada Van İli halk eli Norduz koyun sürü kompozisyonlarının 2017-2020 yılları arasında karşılaştırmalı doğal aşım ve yapay tohumlama döl verimleri belirlenmiştir. Koyun sürüsü kompozisyonlarında, %22.1 ile %24.6 oranında, her yaş ve çağda, kıl, Norduz ve bunların rastgele melezlerinden oluşan keçi ile koyunun karışık yetiştirildiği belirlenmiştir. Aynı Norduz koyun sürüsü, 2020 yılında 3 baş İvesi koçun sperması ile yapay tohumlanarak, 2017-2018 ve 2019 yıllarına ilişkin 3 yıllık doğal aşım döl verimi ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, 397 baş 2-6 yaşlı Norduz koyun, 3 yaşlı 3 baş İvesi damızlık koç ve 4-7 yaş'lı 14 baş Norduz arama koçu olmak üzere, toplam 414 baş, halk eli erkek ve dişi materyal kullanılmıştır. 2017 - 2018 ve 2019 yıllarına ilişkin Norduz koyun sürüsünün doğal aşım döl verim oranları sırası ile; 436 baş ile %68.6, 413 baş ile %63.7 ve 401 baş ile % 59.9 iken, 2020 yılında 397 baş koyunun yapay tohumlama döl verimi % 90.7 olarak belirlenmiştir. Halk eli Norduz koyun sürüsünün yıllara göre doğal aşım döl verim oranları arasındaki fark sırası ile %3.8-5.1 ve 8.9 istatistiki olarak düşük düzeyde önemli iken ( $P \leq 0.05$ ), 2020 yılı yapay tohumlama döl veriminin, doğal aşım döl verimlerine göre sırası ile % 21.9 - 27.0 ve 30.8 ile istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Araştırma sonucunda halk elindeki keçi ile karışık Norduz koyun sürülerinin düşük döl verimleri, aynı koşullarda İvesi koçların taze ve sulandırılmamış sperması ile yapay tohumlanmaları ile önemli düzeyde artırılabilceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Norduz, koyun, doğal aşım, yapay tohumlama, döl verimi

**Comparative natural meeting to artificial insemination fertility of people Norduz flock compositions**

**Abstract:** Comparative natural meeting to artificial insemination fertility yields of Van Province people Norduz flock compositions for the years 2017-2020 were determined. It was determined that 22.1% to 24.6% of the sheep flock compositions were mixed with goats and sheep, consisting of hair, Norduz and their random hybrids, in all ages. The same Norduz sheep flock was artificially inseminated with the fresh semen of 3 Awassi rams in 2020 and compared with the 3-year natural meeting fertility of 2017-2018 and 2019. For this purpose, a total of 414 heads of public male and female materials were used, including 397 heads of 2-6-year-old Norduz sheep, 3 heads of 3-year-old Awassi breeding rams and 14 Norduz teaser rams aged 4-7 For years. Natural meeting fertility rates of the Norduz sheep flock for the years 2017 - 2018 and 2019, respectively; While it was 68.6% with 436 heads, 63.7% with 413 heads and 59.9% with 401 heads, the artificial insemination fertility of 397 sheep in 2020 was determined as 97 %. While the difference between the natural meeting fertility rates of people Norduz sheep flock according to years is 3.8-5.1% and 8.9%, respectively, is statistically low level ( $P \leq 0.05$ ), than the artificial insemination fertility rate of 2020 is 21.9%, respectively, compared to natural meeting fertility. It was determined to be statistically significantly higher at 27.0 and 30.8 ( $P \leq 0.01$ ). The low fertility of publicly owned Norduz sheep flock mixed with goats can be increased significantly by artificial insemination with fresh and undiluted semen of Awassi rams under the same conditions.

**Keywords:** Norduz, sheep, natural meeting, AI, fertility

### GİRİŞ

Doğu Anadolu Bölgesi, halk eli yerli koyun popülasyonları, bölge ekstansif koşullarına adapte olmuş yerli koyun ve keçi ırkları ile bunların rastgele melezlerinin karışık yetiştirildiği sürülerden oluşmaktadır. Bu koşullarda koyun sürü kompozisyonları incelendiğinde; koç altı koyun, koç katımı dönemi gebe koyun, koç, dişi toklu, erkek toklu, dişi kuzu, erkek kuzu, reforme erkek, reforme dişi ile, teke altı keçi, gebe keçi, teke, dişi çebic, erkek çebic, dişi oğlak, erkek oğlak, reforme dişi ve reforme erkeklerden oluşan karışık sürüler halinde yetiştirilmektedir. Halk eli geleneksel koşullarda yetiştirilen, koyun ve keçilerin doğal koç katımı döl verimi % 54.9 ile % 69.3 arasında olup, istatistiki olarak önemli düzeyde düşüktür. Bu durum, mevcut koşullarda halk eli koyun yetiştiricilerinin, refah düzeylerinin zamana bağlı olarak her geçen sezon gerilemesine neden olmaktadır. Türkiye yerli koyun ırkları, İvesi ve Norduz dışında, sezonal (mevsime bağlı) üreme ve döl verim özelliği gösterirken, İvesi ve Norduz koyun ırkları ise asezonel (mevsiminde ve

mevsim dışında) üreme ve döl verim özelliği göstermektedir. Halk eli küçükbaş hayvan popülasyonu sürü kompozisyonlarının döl, süt ve et verim özellikleri, bölgesel üreme adaptasyonu ile sürdürülebilirlik kazandığından, bu durum, halk eli koyun yetiştiricilerinin gelir düzeyleri ve sosyal refahlarını doğrudan etkilemektedir. Halk elindeki koyun popülasyonlarının ve popülasyonlar içindeki koyun sürülerinin bölgesel döl verim düzeyleri; yetiştirilen ırkların üreme özelliği, yetiştirme amacı (döl, süt, et vb) yetiştirme sistemi, coğrafik ve ekolojik koşulların yetiştirmede rolü gibi faktörler etkili olmaktadır. Türkiye'nin bölgesel ve coğrafik farklılıkları, bölge hayvansal ve bitkisel üretim popülasyon etkinliğini ve sürekliliğini belirlemektedir. Bölgelere göre

\*Sorumlu Yazar: [candemkkirk@gmail.com](mailto:candemkkirk@gmail.com)

Geliş Tarihi: 16 Kasım 2024

Kabul Tarihi: 13 Aralık 2024

koyun yetiştirme amacı, mevcut koşullara adapte olmuş, Akkaraman, Morkaraman, İvesi, kıvırcık, Sakız, Norduz, Karakaş, Karayaka, Hemşin, Tuj, Herik, vd. yerli ırkların popülasyondaki oranlarına göre belirlenmiştir. Kültür koyun ırklarının, bölgesel yetiştirme farklılıkları yerli ırklarda olduğu gibi, coğrafik ve ekolojik koşulların etkisi ile, popülasyon büyüklüğünü belirlemektedir. Örneğin Merinos, Oest Friez, Suffolk, South down, Hampshire vd. birkaç örnektir. Literatürde, yerli ve kültür ırklarına ilişkin, ulusal ve uluslararası yayınlara ile gözlemlenmektedir. Kırk ve Gürsoy., (1995), Lassoued ve ark.,(2004). Koç katımı öncesi, ve koç katımında orta ve yüksek düzeyde beslemenin etkilerinin, 46 baş Queue Fine de l'Ouest (QFO), 45 D'Man ve 40' baş D'Man X (QFO)ın olmak üzere 3 ırk koyunun üreme performansı değerlendirildiğinde, koç katımından 6 hafta önce ve sonrasında 3 hafta boyunca, orta (M) düzeyli beslenen koyunlara orantılı olarak QFO için 1,0 ve bakım için tahmini metabolize edilebilir enerji (ME) gereksinimlerinin D'Man grubu için 1.5 yüksek besleme (H) üçüncü grup D'ManXQFO grubu için 1.6 günlük rasyon ile besleme yapılarak, ME gerekliliklerinin sürü ve D'Man koyunlar için, 2.2 kg canlı ağırlık değişimi kaydedilerek, üreme performansı, indüklenen östrustaki döngüsel yumurtalık aktivitesi (COA) korpus lutea (CL) sayımlarının yanısıra kuzulama sıklığı ve doğan kuzu sayıları belirlenmiş. İndüklenen kızgınlık döneminde meydana gelen gebeliklerde, koyun grubu üzerine besleme düzeyi etkileşiminin kuzu büyüklüğünü (LS) önemli ölçüde etkilediğini belirlemişler. İndüklenen koyun cinsi x beslenme düzeyi etkileşimi yavru büyüklüğünü önemli ölçüde etkilemiştir. Düşük verimli QFO ırkının H grubundaki koyunlar, M koyunlardan daha az kuzu ürettiğini (1.00'e karşılık 1.25) ve LS dağılımı açısından, M koyunlarının, He koyunlara göre daha yüksek düzeyde ikizliğin arttığını (P<0.01). Bunun tersine, üretken D'Man ırkının He koyunlarının, Me koyunlarından daha fazla kuzu ürettiğini (1,94'e karşı 1,52; P<0,05) belirlemişler. Watson ve ark.,2024. Koyun üretim yöntemlerinin kuzu verimliliği üzerine etkileri araştıran çalışmada, yetiştiricilerin ilkbahar gibi mevsimsel kuzu elde etmek için, yetiştirme stratejilerinin üreme verimliliğinin optimizasyonunda iki yaş ve üzerindeki koyunların kullanılması gerektiğini belirlemişler. Kuzulamada, kolostrum ile koyundan kuzuya önemli düzeyde pasif transfer ile bağışıklıklığın gelişimi ile birlikte bağlantılı immünglobin G (IgG) gibi, besleyici olmayan aktif maddelerin, kuzuların yaşamları boyunca gelişimlerini ve verimliliklerini doğrudan etkilediğini vurgulamışlar. Elizalde (2019), Ekstansif koyun sistemlerinde koç genotipinin süttten kesimdeki kuzu performansı üzerine etkileri, düşük kuruya çıkma ağırlığı ve zayıf karkas özellikleri, koyun sürülerinden elde edilen gelirlerin azalmasına ve yüksek damızlık değerli koçların kullanımı ile, kuzularda günlük canlı ağırlık

performansını ve yüksek karkas özelliklerinin artmasına neden olduğunu gözlemlemiştir. Batı Patagonya'daki Corriedale koyunlarında, damızlık değeri yüksek koçlar kullanıldığında, kuzuların süttten kesim ağırlıkları ve kuzu ve karkas ağırlıkları ve karkas özelliklerinde önemli bir iyileşme olacağını gözlemlemiştir. Halk elindeki koyun popülasyonları, genetik ve çevresel faktörlerin etkisi ile, kontrolü seleksiyon dışı, fenotipik kriterlere göre belirlendiğinden, düşük döl verimi, düşük süt ve et verimi ile birlikte, sürdürülemeyen hayvansal ekonominin orijini oluşturur.

Düşük döl verimli yerli ırkların, kendi koşullarında döl verim etkinliğini artırılması, aynı koşullara yüksek adaptasyon gösterebilen İvesi gibi yerli damızlıkların popülasyonda etkin kullanılması ile sağlanabilir. Halk elindeki Norduz koyun sürülerinin döl verim etkinliğini artırılması, koç katımı döneminde sürünün döllemesinde damızlık değeri yüksek erkek damızlıkları, yapay tohumlama veya elde doğal aşım ile kullanarak sağlanabilir Gürsoy ve ark., (1996).

Bu çalışmanın amacı, Van ili halk eli yetiştirici koşullarında bulunan Norduz koyun sürü kompozisyonlarının, yıllara göre doğal aşım ve yapay tohumlama döl verimlerinin karşılaştırılmasıdır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Van ili halk eli yetiştirici koşullarında, 2017 - 2018 ve 2019 yıllarına ilişkin Halk eli Norduz koyun sürüsünün doğal aşım döl verimlerini belirlemek üzere sırası ile; 2017 de 436 baş, 2018 de 413 baş ve 2019 da 401 baş olmak üzere toplam 1250 baş Norduz koyunu materyal olarak kullanılırken, aynı sürülerin yapay tohumlama döl verimlerini belirlemek amacı ile, 2020 yılında 397 baş 2-6 yaşlı halk eli Norduz koyun ile, Ceylanpınar TİM orijinli 3 yaşlı 3 baş İvesi damızlık koç ve 4-7 yaşlı 14 baş Norduz arama koçu olmak üzere, toplam 414 baş, erkek ve dişi materyal kullanılmıştır. Bu çalışmada genel olarak 2017-2019 yıllarına ilişkin doğal aşım döl verimlerini belirlemek üzere toplam 1250 baş ve yapay tohumlama döl verimlerini belirlemek üzere toplam 414 baş olmak üzere, bu çalışmada 4 yıl süre ile genel toplam 1664 baş değişik yaşlı halk eli Norduz materyal olarak kullanılmıştır.

### **Yöntem**

Sürüdeki dişilerin 2017 - 2018 ve 2019 yılları koç katımında doğal aşım yöntemi kullanılmıştır. 2020 yılı koç katımında aynı sürüdeki koç altı koyunların tamamına taze sperma ile yapay tohumlama yöntemi uygulanmıştır. Yapay tohumlama programı süresince, kızgın koyunların belirlenmesinde, sürüde bulunan 32 baş koç'un 16 sı sabah, 16 sı akşam kızgınlık tespitinde olmak üzere (16X2) olarak kullanılmıştır. 2020 yılı yapay tohumlama programından 45 gün önce, koç katımı süresince ve koç katımından 45 sonrasına kadar, erkek materyalin tamamı, sürüden ayrılarak tamamen yapay tohumlama sürüsünden ayrı yetiştirilmiştir. Kızgın koyunların

tamamının yapay tohumlanmasında, 3 baş İvesi koç'tan yapay vajen yöntemi ile alınan spermanın, yapay tohumlama yöntemi ile kızgın koyunların serviks ağzına sulandırılmadan taze olarak tohumlanması yöntemiyle yapılmıştır. Yapay tohumlama programı 49 gün devam ederken, dönenlerin tohumlanması ayrıca 21 gün devam etmiştir. Yapay tohumlama programında elde edilen verilerin istatistiki analizlerinde, SAS-GLM 2020 istatistik programı kullanılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Van İli Muradiye İlçesi Bölge koyun popülasyonundan, rastgele olarak belirlenen halk eli Norduz koyun sürüsünün, ekstansif mera koşullarında keçi ile karışık olarak yetiştirildiği belirlenmiş, sürüdeki Norduz koyunlarının, 2017-2020 yılları doğal aşım ve yapay tohumlama döl verimleri karşılaştırılmıştır. Koyun ve keçinin karışık yetiştiriciliğinde, türlerin döl verimleri ile birlikte, aynı türler içinde içinde doğum ve döllerin karışık sürü kompozisyonları dikkati çekmiştir. Sürünün kompozisyonu incelendiğinde, sırası ile koyun ve keçi kompozisyonları; koç altı koyun, koç, erkek toklu, dişi toklu, erkek kuzu, dişi kuzu, gebe koyun, reforme erkek ve reforme dişiler ile, teke altı keçi, teke, erkek çebic, dişi çebic, erkek oğlak, dişi oğlak, gebe keçi, reforme erkekler, reforme dişiler, Norduz koyun sürü kompozisyonunda belirlenmiştir (Çizelge 1). Norduz koyunları ve keçileri sezonal ve asezonel üreme özelliğine sahip olduklarından, Halk eli Norduz sürüsü içinde, her dönemde çiftleşen ve gebe koyunlar ile değişik yaşlarda erkek ve dişi kuzular benzer çağlarda, çiftleşen ve gebe keçiler ile değişik yaşlarda erkek ve dişi oğlaklar belirlenmiştir. Sürü kompozisyonu, sürünün döl verimi ile birlikte, sürdürülebilir ekonomik verimliliğinin göstergesidir. Kırk ve Gürsoy (1995)., Alfraj, (2024). Ulusal ve uluslararası literatürde, bu gözlemleri destekleyen birçok literatür bulunmaktadır. Öneğin; Suriye'de yetiştirilen İvesi'lerin et ve süt üretimi üzerine etki eden faktörlerin tahmininde; kesilen İvesi sayısının ve karkas ağırlığının ( $p < 0.001$ ), süt veriminin %0,1 ve % 0,998, yağış ve sıcaklığın süt üretimi üzerine olumsuz etkisinin ise %1 ve %5 oranında olduğu, Laclef ve ark., (2023). Fransa'nın Roquefort bölgesinde yoğun olarak yetiştirilen 597 baş Lacaune koyununun, beslenme döl verimi ilişkisinde, kuzulayan koyun sayısının %-1 ile %-7 azalması durumunda, koyunların beslenme gereksinmelerinin %-2 ile -6 arasında azaldığını, Rose ve ark., (2024) Batı Avustralya, Katanning'de, süttten kesilen kuzu sayısının genotip-çevre reaksiyonundan etkilendiğini, Kao ve ark., (2022). Güney Afrika'nın yaygın ırkı Dorpers koyunlarında, melezi etkisinin süttten kesim ağırlığı üzerine %7.1, doğrudan heterozisin %32.5 ile %38.4 oranında etkili olduğunu, Sveinbjörnsson ve ark.,(2021) İzlanda koyun ırklarında, kuzuların %7.4' nün tek, %78' nin ikiz, %13,7'sinin üçüz ve % 0,8'inin dördüz doğduğunu, doğum ağırlıklarının

sırası ile; tek doğanlar 4.60, ikizler 4.01, üçüzler 3.35, dördüzler 3.02 iken, erkek kuzular 3.84, dişiler 3.65 kg olduğunu, en düşük doğum ağırlıklarının 2 yaşlı toklu anaların erkek kuzularında 3.68 kg ve dişilerde ise 3.84 kg olduğu, ana yaşının büyüme hızına etkisinin en yüksek 3 ve 4 yaşlı analarda, ortalama canlı ağırlık artışının ise 238,8 - 262,5 g/gün olduğunu, Farrel ve ark.,(2020). Yeni Zelanda koyun işletmeciliğinin karlılığında, damızlık erkek ve dişi satışlarının önemli bir gelir kaynağı olduğunu, işletmelerin sürü değiştirme oranı, kuzulama oranı ve üreme stratejilerinin biyoekonomik sistem dinamikleri üzerine etkili olduğunu, damızlık oranının %20, %25 ve %30 olduğunda, %110, %130 ve %150 kuzulama oranları elde ettiklerini, Sürüde serbest usulde doğal aşım ile döl verimi elde etmek için, yaklaşık 20-25 koyuna bir koç denk gelecek şekilde koç bulundurulduğunu, ancak sürü kompozisyonlarında, bu oranları üzerinde koç bulundurulmasının, genellikle ihtiyaç fazlası koçların, damızlık, adaklık, dönemsel işletme ihtiyaçları için ve hatta kurbanlık satışlarından ek gelir elde etmek amacı ile yapılan bir geleneksel yetiştirme yöntemi olduğu belirlenmiştir Chniter, (2011)., Elizalde (2019)., Lassoued ve ark., (2024). Bu araştırmada, sürü kompozisyonlarının yıllara ve sürü büyüklüğüne göre sürü içinde yıl boyu karışık yetiştirilen koyun ve koç sayıları sırası ile; 2017 yılında 436 baş koyun 27 baş koç, 2018 yılında 413 baş koyun ve 24 baş koç ve 2019 yılında 401 baş koyun ve 21 baş koç kullanılarak, doğal aşım yöntemi ile döl elde edildiği belirlenmiştir. Aynı sürünün 2020 yılında döl verim etkinliğinin artırılması çalışmasında ise, 397 baş koyun içinde bulunan 18 baş Norduz koç, koç katımından 45 gün önce sürüden çıkarılarak, sürünün döl verimi için, 3 baş İvesi damızlık koç kullanılarak yapay tohumlama ile döl elde edilmiştir. Halk elindeki Norduz sürüsünün, aynı yetiştirme koşullarında, doğal aşım döl verim oranları ile, yapay tohumlama döl verim oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre yıllara göre sırası ile doğal aşım ve yapay tohumlama döl verim oranları sırası ile; 2017 yılında 436 baş koyundan 299 baş kuzulama ile %68.6 kuzulama oranı, 2018 yılında 413 baş koyundan 263 baş kuzulama ile %63.7 kuzulama oranı, 2019 yılında 401 baş koyundan 240 baş kuzulama ile %59.9 kuzulama oranı elde edilmiştir. Halk elindeki doğal aşım uygulanan Norduz sürülerinde, yıllara göre kuzulama oranlarının, %68.6 ile %59.9 arasında değiştiği, aynı sürünün üç yıllık kuzulama oranları değerlendirildiğinde, Halk eli Norduz koyun sürülerinde serbest usulde doğal aşım kuzulama oranlarının her yıl düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 2). Koç katımı döneminde, satış, mecburi kesim, ölüm vb. sebepler ile sürüden koçların ayıklanması dışında, aynı koçların her yıl damızlık olarak kullanılması ile birlikte, yıllara göre koyunların ve koçların yaşlarının artması, doğal ve ekolojik bakım ve besleme koşullarının değişimi, iklim koşullarının değişimi, ırka özgü üreme verimliliğinin

değişkenliği vb. faktörlerin etkili olduğu sıralanabilir. 2020 yılında aynı sürüde 397 baş değişik yaşlı Norduz koyunun, 3 baş İvesi damızlık koçun taze ve sulandırılmamış sperması ile yapay tohumlanması ile, 360 baş kuzulama ile %90.7 kuzulama oranı elde edilmiştir. Yapay tohumlama döl verimi ile, önceki yılların doğal aşım kuzulama oranları karşılaştırıldığında, 2017-2019 yılları arasında, doğal aşım kuzulama oranları %68.6 - %59.9 arasında iken, taze ve sulandırılmamış sperma kullanılarak elde edilen döl veriminin %90.7 ye çıkarılabileceği gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Gürsoy ve ark., (1996)., Laclef ve ark., (2023)., Rose ve ark., (2024) Chniter ve ark., (2011). Hızlandırılmış kuzulama yönetimi ile elde edilen D'man kuzularının büyüme ve ölüm oranlarının analizlerinde, ilkbaharda doğmuş, doğum ağırlığı yüksek olan ve 30 ile 70 günlük yaşa ulaşmış kuzuların, canlı ağırlık olarak en yüksek düzeye ulaştıklarını, ilkbaharda doğan kuzuların, kış, sonbahar ve yaz aylarında doğanlara oran ile, ortalama günlük canlı ağırlık artışlarının en yüksek olduğunu, 3-10 yaşlı koyunların kuzularının, 2 yaşlı tokluların kuzularından daha hızlı büyüdüklerini, doğumdan 70 günlük yaşa kadar olan kuzularda, genel ölüm oranının %13,4 olduğunu, toplam kuzu kayıplarının %41'nin, doğumdan sonraki 10 gün içinde, %29'unun, doğumdan sonra 10 ile 30 gün arasında, %30'nun ise doğumdan sonra 30 ile 70 gün arasında olduğunu belirlemişler. Mevsimlere göre doğan

kuzu ölüm oranları sıralandığında; kışın %23,5, ilkbaharda %12,3, sonbaharda %10,2 ve yazın ise %9,5 olarak belirlemişler. Düşük ağırlıklı doğan kuzuların, orta ağırlıklı doğan kuzulara oran ile %24.4 oranında, orta ağırlıkta doğan kuzuların ise yüksek ağırlıkta doğan kuzulara oran ile %1,8 düzeyinde, erken doğan kuzuların genel ortalama %52,2 oranında öldüklerini, doğum ağırlığı ( $\leq 1,5$  kg), mevsim (kış), doğum tipi (çoklu) ve ana yaşının (toklu), büyüme varyasyonu üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu ve kuzu mortalite oranını arttırdığını belirlemişler. Van ili halk elindeki Norduz koyun popülasyonlarının, 2017-2020 yıllarına ilişkin sürü kompozisyonları incelendiğinde (Çizelge 1); Yıllara göre Norduz koyun sürüsü ile birlikte karışık yetiştirilen Norduz - Kıl keçi ve bunların rastgele melezlerinden oluşan sürü büyüklükleri ve sürü içindeki koyun ve keçi varlığı Çizelge 1'de verilmiştir. Bunlar 2017 yılı Norduz koyun sürüsünün kompozisyonu incelendiğinde; koç altı koyun 436, koç katımı dönemi gebe koyun 23, koç 27, dişi toklu 86, erkek toklu 59, dişi kuzu 36, erkek kuzu 19, reforme dişi 12, reforme erkek 6, baş olmak üzere toplam 704 baş Norduz koyun varlığı ve aynı sürüde teke altı keçi 53, gebe keçi 9, teke 12, dişi çebiç 39, erkek çebiç 27, dişi oğlak 33, erkek oğlak 19, reforme dişi 14 ve reforme erkek 8 baş olmak üzere toplam 214 baş keçi varlığı ile, 2017 yılı Norduz koyun sürü büyüklüğü 918 baş olarak belirlenmiştir (Çizelge).

Çizelge 1. Halk eli Norduz koyun sürü kompozisyonları

Norduz Sürü Kompozisyonu (baş)	Yıllar			
	2017	2018	2019	2020
Koç Altı Koyun	436	413	401	397
Gebe koyun	23	15	12	4
Koç	27	24	21	18
Dişi Toklu	86	97	78	91
Erkek Toklu	59	72	56	49
Dişi Kuzu	36	39	43	32
Erkek Kuzu	19	23	27	24
Reforme Dişi	12	9	13	9
Reforme Erkek	6	16	11	5
Koyun Varlığı	704	708	662	629
Teke Altı Keçi	53	48	62	59
Gebe Keçi	9	14	7	11
Teke	12	9	14	21
Dişi Çebiç	39	47	43	25
Erkek Çebiç	27	32	21	16
Dişi Oğlak	33	30	22	13
Erkek Oğlak	19	18	23	17
Reforme Dişi	14	17	9	10
Reforme Erkek	8	12	15	6
Keçi Varlığı	214	227	216	178
Sürü Büyüklüğü	918	935	878	807

2018 yılı Norduz koyun sürüsünün kompozisyonu incelendiğinde; koç altı koyun 413, koç katımı dönemi gebe koyun 15, koç 24, dişi toklu 97, erkek toklu 72, dişi kuzu 39, erkek kuzu 23, reforme dişi 9, reforme erkek 16 baş olmak üzere toplam Norduz koyun varlığı 708 baş ve aynı sürüde teke altı keçi 48, gebe keçi 14, teke 9, dişi çebiç 47, erkek çebiç 32, dişi oğlak 30, erkek oğlak 18, reforme dişi 17 ve reforme erkek 12 baş olmak üzere toplam 227 baş keçi varlığı ile, 2018 yılı Norduz koyun sürü büyüklüğü 935 baş olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). 2019 yılı Norduz koyun sürüsünün kompozisyonu incelendiğinde; koç altı koyun 401, koç katımı dönemi gebe koyun 12, koç 21, dişi toklu 78, erkek toklu 56, dişi kuzu 43, erkek kuzu 27, reforme dişi 13, reforme erkek 11 baş olmak üzere toplam Norduz koyun varlığı 662 baş ve aynı sürüde teke altı keçi 62, gebe keçi 7, teke 14, dişi çebiç 43, erkek çebiç 21, dişi oğlak 22, erkek oğlak 23, reforme dişi 9 ve reforme erkek 15 baş olmak üzere toplam 216 baş keçi varlığı ile, 2019 yılı Norduz koyun sürü büyüklüğü 878 baş olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). 2020 yılı Norduz koyun sürüsünün kompozisyonu incelendiğinde; koç altı koyun 397, koç katımı dönemi gebe koyun 4, koç 18, dişi toklu 91, erkek toklu 49, dişi kuzu 32, erkek kuzu 24, reforme erkek 9, reforme dişi 5 baş olmak üzere toplam Norduz koyun varlığı 629 baş ve aynı sürüde teke altı keçi 59, gebe keçi 11, teke 21, dişi çebiç 25, erkek çebiç 16, dişi oğlak 13, erkek oğlak 17, reforme dişi 10 ve reforme erkek 6 baş olmak üzere toplam 178 baş keçi varlığı ile, 2020 yılı Norduz koyun sürü büyüklüğü 807 baş olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Elde edilen bulgular literatür ile benzerlik göstermiştir. Elizalde (2019)., Gürsoy ve ark., (1996)., Kao ve ark., (2022)., Lassoued ve ark., (2024)., Sveinbjörnsson ve ark., (2021). Van İli halk eli Norduz sürü kompozisyonları incelendiğinde, 2017-2020 yılları arasında, sırası ile Norduz koyun sürüsünde yetiştirilen keçi oranları; 2017 de 214 baş keçi varlığı ile %23.3, 2018 de 227 baş keçi varlığı ile %24.3, 2019 de 216 baş keçi varlığı ile %24.6, 2020 de 178 baş keçi varlığı ile %22.1 olarak belirlenmiştir. Bölgenin genel olarak tek geçim kaynağı olan küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, yaşanan coğrafik ve ekolojik koşullarda, koyun yetiştiriciliğinden elde edilen hayvansal gelirlerin, yıl içinde daha uzun zamana yayılması için, geleneksel koyun yetiştiriciliğinde, her koyun sürü kompozisyonunda %22.1 ile %24.6 oranında keçi yetiştirildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, halk eli Norduz koyun sürülerinin yıllara göre doğal aşım ve yapay tohumlamada kullanılan koyun ve doğuran koyuna göre döl verim oranları sırandığında, doğal aşım döl verim oranları; 2017-2018-2019 yıllarında, %68.6-63.7-59.9 iken 2020 yılı yapay tohumlama döl verim oranı %90.7 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2) Elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir. Alfraj, (2024). Elizalde (2019)., Kırk ve Gürsoy (1995)., Rose ve ark., (2024).

Çizelge 2. Halk eli Norduz Koyunlarının karşılaştırmalı döl verimleri

Yıllar	Özellikler			
	Koyun (n)	Koç (n)	Doğuran (n)	Döl Verimi (%)
2017-(DA)	436	14	299	68.6
2018-(DA)	413	16	263	63.7
2019-(DA)	401	13	240	59.9
2020-(YT)	397	3	360	90.7

Çizelge 2'deki Van İli Halk eli Norduz sürü kompozisyonlarının döl verimleri karşılaştırıldığında; Serbest usulde doğal aşım döl verim özellikleri ile taze ve sulandırılmamış sperma ile yapay tohumlama döl verim özelliklerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı oldukları belirlenmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Sürü büyüklüklerine ve kompozisyonlarına göre doğal aşım ve yapay tohumlama döl verimleri karşılaştırıldığında; doğal aşım döl verimlerinin yıllar itibarı ile, koç altı koyun, aşımında kullanılan koç, doğuran koyun ve döl verimi oranları bakımından aralarında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Bu değerler incelendiğinde, doğal aşım döl verimlerinin, bölge koşullarında koyun yetiştiriciliği yapılarak sürdürülebilir ve ekonomik olmayan bir hayvansal üretimin yapıldığı, aynı sürüde doğal aşım döl verim oranları arasındaki farklar %3.8-5.1 ve 8.9 arasında iken, doğal aşım döl verim oranları ile yapay tohumlama döl verim oranları arasındaki farkın sırası ile 21.9 - 27.0 ve 30.8 olduğu belirlenmiş olup elde edilen verilerin literatür ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Elizalde (2019)., Kırk ve Gürsoy (1995)., Rose ve ark., (2024). Van İli halk eli yetiştirici koşullarında, keçi ve yıl boyu koç ile karışık Norduz koyun sürülerinin doğal aşım döl verimi ile yapılan hayvansal üretimin, aynı sürüde yapay tohumlama ile elde edilen döl verimine göre sürdürülebilir ve ekonomik olmadığı belirlenmiştir.

#### TARTIŞMA VE SONUÇ

Van İli halk eli Norduz koyun sürü kompozisyonları, meraya dayalı geleneksel koşullarda koyun yetiştiriciliğinden daha uzun süreyle gelir elde etmek için bölgesel ihtiyaca dayalı geleneksel yetiştirme sistemidir. Halk eli koyun sürü kompozisyonları, her yaş ve çağdan koyun ile her yaş ve çağdan keçinin karışık yetiştirildiği sürülerde gözlemlenmiştir. Norduz koyun sürülerine, serbest usulde yıl boyu koç bulundurularak doğal aşım yöntemi ile döl elde edilmektedir. Sürü kompozisyonlarında keçi varlığı ise, %22.1 ile %24.6 oranında, kıl, Norduz ve bunların rastgele melezlerinden oluşan keçilerden oluşmaktadır. Koyun ile keçinin birlikte yetiştirildiği Norduz koyun sürülerinin, 2017, 2018 ve 2019 yıl boyu sürü içinde serbest koç katımı yöntemi ile elde edilen doğal aşım döl verim oranları sırası ile; 2017 de %68.6, 2018 de %63.7, 2019 da %59.9 iken 2020 de yapay tohumlama döl verimi %90.7 olarak belirlenmiştir. Aynı kompozisyondaki sürünün, farklı yıllardaki doğal aşım döl verim oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmayıp, aynı sürünün 2020 yılı yapay tohumlama döl verimi %90.7 olup, doğal aşım döl veriminden, istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olarak belirlenmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Coğrafik ve ekolojik koşullarda, koyun ve keçi yetiştiriciliği, hayvansal üretimde %36.0-42 düzeyinde olup, tarımsal üretimdeki hayvansal üretimin kırsal kesimin geçim kaynağıdır. Bu bağlamda, kırsal bölgelerin sürdürülebilir ve ekonomik sosyal refah düzeylerinin iyileştirilmesi, popülasyondan elde edilecek döl verimi ve doğrudan buna bağlı olarak, süt ve et üretim düzeylerinin arttırılmasına bağlıdır. Halk eli koyun sürülerinin tamamının döl verimlerinin arttırılması, sadece yapay tohumlama ile sağlanamaz. Çünkü yapay tohumlama hem teknik hem ekip hem de bilimsel bir yöntem olup, genel olarak pratik ve

teoride, uygulanabilirlik düzeyi çok düşüktür. Yapay tohumlama, ancak ve ancak merkeze yakın damızlık ve yarı entansif işletmelerde uygulanabilir. Bunun dışında halk eli koyun popülasyonlarının, yetiştirme koşullarına bağlı olarak, sürü kompozisyonlarının, ana kadronun daha çok, koç altı koyun, dişi toklu, koç, erkek toklu ve damızlık dişi ve erkeklerden oluşturulması durumunda, popülasyonların %22-40 oranında verimli hale gelmesi ile kontrol edilebilir. Bu hayvansal alt yapı düzenlemesi ile birlikte, popülasyon, bölge ve sürü bazında, koç katım yöntemlerinin, kontrol edilebilir düzeye getirilmesi gerekmektedir. Bu koşullar oluşturulduktan sonra, halk eli koyun sürülerinin, sürü kompozisyonu etkisine bağlı olarak, çoğunlukla mevsime bağlı koç katımı, döl, süt ve et verimi üretimine bağlı damızlık koçların sınıf usulü elde aşım yöntemi uygulanması ve entansif damızlık işletmelerin, olanaklar ölçüsünde taze sperma ile yapay tohumlanması ile döl verimleri iyileştirilebilir.

#### KAYNAKLAR

- Abadi A, Hassani A (2013) Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of Marrubium vulgare L. Growing Wild in Eastern Algeria. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 9(1): 17-24.
- Alfraj NK (2024). Determinants of meat and milk production of Awassi sheep in Syria: A Cobb-Douglas production function estimation approach. *Heliyon*, Volume 10, Issue 14, 30 July 2024, e 34566.
- Chniter M, Hammadi M, Khorchani T, Krit R, Lahsoumi B, Sassi M B, Nowak R, Hamouda M B (2011). Phenotypic and seasonal factors influence birth weight, growth rate and lamb mortality in D'man sheep maintained under intensive management in Tunisian oases. *Small Ruminant Research Elsevier* August 2011.
- Elizalde HF, Carson AF, Muñoz C (2019). Effects of sire genotype on lamb performance at weaning in extensive sheep systems *Animal Elsevier* 2019.
- Farrell LJ, Kenyon PR, Tozer PR, Ramilan T, Cranston LM (2020). Quantifying sheep enterprise profitability with varying flock replacement rates, lambing rates, and breeding strategies in New Zealand. *Agricultural Systems Elsevier* September 2020.
- Gürsoy O, Pollott GE, Kirk K, Fırat MZ (1996). Küçükbaş Hayvanlarda Amaca Yönelik Verim Denetimi. *Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi*, 152-159. 18-20 Eylül 1996. İzmir- Türkiye.
- Kirk K, Gürsoy O (1995). Reproductive Performance of Awassi Ewes With Artificial Insemination Using Fresh Semen. *Regional Symposium on: Integrated Crop Livestock System in The Dry Areas of West Asia and North Africa*. 292-299. Improvement of Crop-Livestock Integration Systems in West Asia and North Africa ed.N.Haddad, R.Tutwiler and E.Thomson. 6-8 November 1995. Amman- Jordan.
- Kao MA, Van JB, Wyk AJ, Scholtz JJE, Cloete PA, Matebesi Cloete SWP (2022). Breed and crossbreeding effects on growth, fitness and reproduction of commercial sheep in South Africa. *Small Ruminant Research*, Volume 212:106705.
- Laclef IE, Lurette A, Taillandier P, Hassoun P, Parisot S, Allain C, Portes D, Debus N, González-García E (2023). Alternative hormone-free reproduction management of a dairy sheep flock disrupts the farm's annual feeding system calendar and its associated strategies. *Journal of Dairy Science*, volume 106, Issue 6, June 2023, Pages 4092-4107.
- Lassoued N, Rekik M, Mahouachi M, Hamouda M B (2004). The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheep breeds. *Small Ruminant Research Elsevier* April 2004.
- Rose G, Mulder H A, Greeff JC, Thompson AN, Van der Werf JHJ, Van Arendonk JAM (2024). Examining across year genotype by environment interactions for production and reproduction traits in Merino sheep. *Small Ruminant Research*, Volume 238, September 2024, 107325.
- SAS User's Guide (2020) *Statistical Analysis System*. SAS Institute Inc., Cary, N.C.USA.imiz-var-mi- sorusu.html ErişimTarihi:3.06.2022.
- Sveinbjörnsson J, Eythorsdottir E, Örnólfsdóttir EK (2021). Factors affecting birth weight and pre-weaning growth rate of lambs from the Icelandic sheep breed. *Small Ruminant Research*, Volume 201:106420.
- Watson K, Lewis I, Amory J, Wishart H (2024). A change in the system: implications of sheep production methods on lamb productivity. *Animal -Science Proceedings*,

# 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 yansıtmak üzere, sadece ilk harfleri büyük ancak bağlaçların tümü küçük)

**Abstract** (Türkçe özeti yansıtmak üzere)

**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 cümlelerin başında verilecekse yazarın soyadı Black (2009) şeklinde, cümlelerin 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 Çözümü 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 ayarlanmamalı 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.

Bölu, 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 kullanılmadığını, 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.

