

# TÜRK BİLİM ve MÜHENDİSLİK DERGİSİ

Yıl : 2020 - Sayı - 2  
Turkish Journal of Science and Engineering – TJSE



**ISPARTA**  
UYGULAMALI BİLİMLER  
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN 2687-6086

# TÜRK BİLİM ve MÜHENDİSLİK DERGİSİ

(TURKISH JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING)

Yılda iki sayı olarak (Haziran, Aralık) yayınlanan hakemli bir dergidir. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından yayınlanmaktadır.

It is a peer-reviewed journal published in two issue per year (June, December). Published by Isparta University of Applied Sciences, The Enstitute of Graduate Education.

e-ISSN: 2687-6086

Yıl/Year: 2020, Cilt/Volume: 2, Sayı/Issue: 2,

## Baş editör / Editor-in-chief

Prof. Dr. Yusuf UÇAR

## Editörler / Editors

Prof. Dr. Deniz YILMAZ  
Prof. Dr. Levent İZCİ  
Prof. Dr. Okan BİNGÖL  
Doç. Dr. Şengül AKSAN  
Doç. Dr. Zeynep EKMEKÇİ  
Dr. Öğr. Üyesi Cevdet Gökhan TÜZÜN  
Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK  
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Hakan İNCE  
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KIRBAŞ

## Danışma Kurulu / Advisory board

Prof. Dr. Ahmet Ali İŞILDAR  
Prof. Dr. Altan DOMBAYCI  
Prof. Dr. Cengiz ÖZEL  
Prof. Dr. Hasan ALKAN  
Prof. Dr. Hasan BAYDAR  
Prof. Dr. İbrahim ÇAKMAK  
Prof. Dr. Mahmut ELP  
Prof. Dr. Öznur DİLER  
Doç. Dr. Kenan GÜLLÜ  
Doç. Dr. Oğuzhan ÇALIŞKAN  
Doç. Dr. Osman GENCEL  
Dr. Öğr. Üyesi Selbi KESKİN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Pamukkale Üniversitesi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Adnan Menderes Üniversitesi  
Kastamonu Üniversitesi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi  
Bartın Üniversitesi  
Giresun Üniversitesi

## Dil Editörü/Language Editor

Doç. Dr. Musa YAVUZ

## Teknik İletişim/Technical Communication

Araş. Gör. Emre TOPÇU  
E-Posta: emretopcu@isparta.edu.tr

Araş. Gör. İsmail Yaşhan BULUŞ  
E-Posta: ismailbulus@isparta.edu.tr

## Yayıncı Kuruluş / Publisher

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü – Isparta

## İletişim / Contact

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Doğu Yerleşkesi, Orman Fakültesi Binası,  
32260 Çünür/Isparta  
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjse>  
Tel: 0246 214 65 74

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

**Araştırma / Research**

- Bombus Arılarında Şurup Şeker İçeriği ile Koloni Özellikleri ve Şurup Tüketimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi  
*Investigation of Correlation of Syrup Sugar Content with Colony Traits and Syrup Consumption in Bumblebee*  
Ayhan GÖSTERİT, Cengiz ERKAN.....34-37
- Azotlu Gübre Uygulamalarının Farklı Gelişme Döneminde Makarnalık Buğday ve Triticalenin Bazı Besin Elementi İçeriğine Etkisi  
*The Effect of Nitrogen Fertilizer Applications on Some Nutrient Contents of Durum Wheat and Triticale in Different Development Stage*  
Esra ÖZBEK, İlknur AKGÜN .....38-47
- Sera Koşullarında Fasulye Üzerinde *Tetranychus urticae* (Koch) Mücadelesinde Avcı Akar *Neoseiulus californicus* (McGregor) ile Bazı Pestisitlerin Kullanımı  
*Using Some Pesticides and Predatory Mite Neoseiulus californicus (McGregor) To Control Tetranychus urticae (Koch) On Bean Plant Under Greenhouse Conditions*  
Eda ÖNEL, Recep AY .....48-52
- The Effects of Different Nitrogen Doses on Seed Yield and Some Agricultural Characteristics of Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)  
*Farklı Azot Dozlarının Arı Otu (Phacelia tanacetifolia Benth.)'nun Tohum Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi*  
Mevlüt TÜRK, Mehmet ALAGÖZ .....53-56
- Farklı Dikdörtgen Hava Kanallarındaki Sızıntının Deneysel İncelenmesi  
*Experimental Investigation of Air Leakage in Different Rectangular Air Ducts*  
Erol TÜRKÖĞLU, Ahmet ÖZSOY.....57-63
- Yayla Kekiği (*Origanum minutiflorum* O.Schwarz et. P. H. Davis)'nin Farklı Biçim Dönemlerinde Uçucu Yağ İçeriği ve Bileşenleri  
*Volatile Oil Content and Compounds in Different Harvest Stages of Origanum minutiflorum O.Schwarz et. P. H. Davis*  
Hasan BAYDAR, Fatime AVCU .....64-70
- Afyonkarahisar İli Domates Serasında Önemli Zararlı Popülasyonlarının Renkli Yapışkan Tuzaklar ile İzlenmesi  
*Monitoring of Important Pest Populations by Colored Sticky Traps at Tomato Greenhouse in Afyonkarahisar Province*  
Rahime TANIK, Yakup ÇELİKPENÇE, İsmail KARACA.....71-77

**Derleme / Review Article**

İnsan Beslenmesinde Alternatif Besin Kaynağı: Yulaf

*Alternative Food Source in Human Nutrition: Oat*

Ruziye KARAMAN, İlknur AKGÜN, Cengiz TÜRKAY .....78-85



## Bombus Arılarında Şurup Şeker İçeriği ile Koloni Özellikleri ve Şurup Tüketimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Ayhan GÖSTERİT<sup>1\*</sup>, Cengiz ERKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü – Isparta-Türkiye

<sup>2</sup>Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü – Van-Türkiye

\*Sorumlu yazar: ayhangosterit@isparta.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 16/06/2020

Kabul tarihi: 06/07/2020

**Anahtar Kelimeler:** Besleme, *Bombus arısı*, *Bombus terrestris*, Koloni gelişimi, Şeker şurubu

### ÖZET

Bu çalışma bombus arılarının kitlesel üretiminde farklı şeker içeriğine sahip şuruplar ile beslemenin ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma başarısı ve yetiştirilen kolonilerin gelişim özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla diyapoz dönemini tamamlamış ve yumurtlamaya hazır 80 adet *Bombus terrestris* ana arısı her grupta 20 adet olacak şekilde rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Her bir grupta sırasıyla 35, 45, 55 ve 65 briks derecesi olmak üzere 4 farklı şeker içeriğine sahip şurup denenmiştir. Bütün gruplarda ana arılar ve koloniler şeker şurubu ile birlikte taze dondurulmuş polen ile ad-libitum olarak beslenmişlerdir. Sonuçlara göre *B. terrestris* arısında şurup şeker içeriği ana arının koloni oluşturma oranını etkilemektedir. Ancak şeker şurubu konsantrasyonunun üretilen birey sayıları ve diğer koloni gelişim özellikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca şurup şeker içeriğinin artması şurup tüketimini azaltmıştır.

## Investigation of Correlation of Syrup Sugar Content with Colony Traits and Syrup Consumption in Bumblebee

### ARTICLE INFO

Received: 16/06/2020

Accepted: 06/07/2020

**Keywords:** Feeding, Bumblebee, *Bombus terrestris*, Colony development, Sugar syrup

### ABSTRACT

This study was carried out to research the effects of feeding with syrup containing different amount of sugar on egg laying and colony foundation success and other colony development traits in bumblebees. For this purpose, 80 *Bombus terrestris* queens, which hibernated and were got ready to egg laying were used. Queens were randomly divided into four groups that each of them containing 20 queens. Four syrup containing different amount of sugar (35, 45, 55 and 65 brix degree) were tested in each group. Queens and colonies in all groups were also fed ad-libitum with the same fresh thawed pollen. According to results, syrup sugar content affected the colony foundation performance of queens in *B. terrestris*. However, syrup sugar content had no significant effect on the number of individuals produced and other colony development characteristics. In addition, the increase of sugar content of syrup reduced the amount of syrup consumption.

### 1. Giriş

Birçok çiçekli bitki tozlaşmanın etkili bir şekilde gerçekleşmesi için böceklerle ve diğer hayvanlara ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle bitki-polinatör ilişkisi hayvanlar ile bitkiler arasındaki ilişkinin ekolojik olarak önemli bölümünü oluşturmaktadır. Tozlaşma olmadığında bitkilerin tohum üretimi ve üremesi gerçekleşmezken, bitkilerin sağladığı nektar ve polen gibi kaynaklar olmadığında da birçok tozlaştırıcı organizma yok olma tehlikesi ile karşılaşmaktadır (Ollerton vd., 2011). Bu kapsamda değerlendirildiğinde hem yabancı hem de yönetilebilen polinatör böcekler en önemli tozlaştırıcı konumundadır (Veldtman, 2018).

Sosyal böcekler olarak bilinen bombus arıları yaklaşık 40 yıldan beri kontrollü laboratuvar koşullarında yetiştirilerek birçok ülkede tozlaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Yıllık kullanılan ticari bombus arısı koloni sayısı dünyada birkaç milyon, Türkiye’de ise 300 bin ile 400 bin arasındaki miktarlar ile ifade edilmektedir (Velthuis ve van Doorn,

2006; Gösterit ve Gürel, 2018). Önemli bir seracılık potansiyeline sahip olan Türkiye’de kullanılan ticari kolonilerin mali değeri 50 milyon lira civarındadır. Bu ekonomik potansiyel bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliği ile ilgili tekniklerin bilinmesi ve üretim başarısının geliştirilmesini gerekli hale getirmektedir.

Nektar ve polen bal arısı ve bombus arısı gibi sosyal arı kolonilerinin beslenmesi ve gelişimi için temel besin kaynaklarıdır (Konzman ve Lunau, 2014). Polen larvalar ve genç ergin bireyler için protein kaynağı, nektar ise ana arı ve işçi arılar için enerji kaynağıdır (Roulston ve Cane, 2000; Abou-Shaara, 2017). Nektar ayrıca bakıcı işçi arılar tarafından polen ile karıştırılarak larva gıdası olarak kullanılmaktadır. Büyük oranda sukroz, glikoz ve fruktoz gibi şekerler ile su içeren nektar aynı zamanda besleme açısından önemli olan amino asit ve yağlar gibi farklı bileşenleri de içerebilmektedir. Nektarın enerji içeriği ise yoğunluğuna ve toplam şeker içeriğine bağlı olarak

değişmektedir. Arıların çiçek tercihlerinde nektarın içeriği belirleyici olup, uzun dilli arılar sukrozca zengin nektarları tercih ederken, kısa dilli arıların fruktoz ve glikoz bakımından zengin nektarları tercih ettikleri bildirilmiştir (Baker ve Baker, 1990; Gonzalez-Teuber ve Heil, 2009).

Besin kalitesi bombus arılarında ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma başarısı ile kolonilerin gelişim özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu konudaki araştırmalar daha çok polen kalitesi üzerine yoğunlaşmıştır. Laboratuvar koşullarında bombus arısı yetiştiriciliğinde besleme amacıyla bal arıları tarafından toplanılan ve taze dondurulmuş polen kullanılmaktadır. Protein, amino asit ve vitamin içeriği yüksek ve farklı bitkilerden toplanmış polenlerin karışımları kolonilerin sağlıklı bir şekilde gelişimi bakımından tercih edilmektedir (Ribeiro vd., 1996; Genissel vd., 2002; Tasei ve Aupinel, 2008). Yetiştiricilikte nektar yerine ise sukroz veya invert şeker şurubu kullanılmaktadır. Koloni maliyetinde önemli bir yer tutan bu diyetlerin kolonilerin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için yeterli olduğu varsayılmaktadır (Rasmont vd., 2005; Ribeiro vd., 1996; Gösterit ve Gürel, 2014). Farklı oranlarda şeker ve bal içeren şuruplar ile besleme bombus arılarının gelişiminde farklılıklara neden olmaktadır (Imran vd., 2017). Gürel vd. (2012) tarafından yüksek fruktozlu mısır şurubu, sukroz şurubu ve endüstriyel arı besleme şurubu ile beslemenin bombus arısı kolonilerinin gelişim özellikleri bakımından farklığa yol açmadığı, ancak endüstriyel arı besleme şurubunun ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma oranlarını artırdığı bildirilmiştir. Yüksek şeker içeriğine sahip şurup ile besleme arılarının başkalaşım ve pupa aşaması için önemlidir (Kaftanoğlu vd., 2011). Bu nedenle şeker şurubunun kalitesi kolonilerde üretilen genç ana ve erkek arı sayısını belirleme potansiyeline de sahip olabilmektedir. Bir koloni tozlaşma amacıyla kullanılacak aşamaya (50-60 adet işçi arı) gelinceye kadar ortalama yarım litre, bu aşamadan koloni yaşamının sonuna kadar ise iki litre şurup tüketmektedir. Bu çalışmanın amacı bombus arılarının kitlesel üretiminde farklı şeker içeriğine sahip şuruplar ile beslemenin ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma başarısı ve yetiştirilen kolonilerin gelişim özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırarak şeker içeriğinin şurup tüketimine etkisini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma, sıcaklığı 27-28 °C, oransal nemi ise % 50 düzeyine ayarlanmış bombus arısı yetiştirme laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın arı materyali için gerek kitlesel üretime uygunluğu ve gerekse tozlaşma yeteneği nedeniyle yetiştiriciliği en fazla yapılan *Bombus terrestris* türüne ait ana arılar ticari bir firmadan temin edilmiştir (Bio-Grup Ltd. Şti.). Diyapoz dönemini tamamlamış ve yumurtlamaya hazır 80 adet ana arı her grupta 20 adet olacak şekilde rastgele 4 gruba ayrılarak gruplar oluşturulmuştur. Deneme gruplarında yer

alan ana arılar numaralandırılarak her birisi ayrı başlatma kutularına (8x8x6 cm) konulmuştur. Her bir grupta sırasıyla 35, 45, 55 ve 65 briks derecesi olmak üzere 4 farklı şeker içeriğine sahip şurup test edilmiştir. Şuruplar toz şeker (sukroz) kullanılarak hazırlanmış ve briks dereceleri dijital refraktometre kullanılarak ayarlanmıştır. Bütün gruplarda ana arılar ve koloniler şeker şurubu ile birlikte taze dondurulmuş polen ile ad-libitum olarak beslenmişlerdir. Başlatma kutularında ilk işçi arılar üretildikten sonra koloniler daha büyük olan yetiştirme kutularına (20x25x12 cm) transfer edilmiş ve rutin kontroller yapılarak koloni gelişimleri gözlemlenmiştir. Bombus arısı yetiştiricilik yöntemlerinin geliştirilmesi ile ilgili araştırmalarda üzerinde durulan ana arının yumurtlama ve koloni oluşturma başarısı, kolonilerin yaşam döngüsü, üretilen birey sayısı ve bireylerin üretim zamanları ile ilgili özellikler belirlenerek kaydedilmiştir. Verilerin analizinde Minitab (versiyon 16.2.4) istatistik paket programı kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda normal dağılım göstermeyen verilere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Tanımlayıcı istatistiki değerler hesaplanarak gruplar özellikler bakımından varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Farklılığın önemli olduğu özellikler için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, oransal veriler ise oranlar arası test (z testi) ile karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Bombus arısı yetiştiriciliğinde diyapoz sürecini tamamlayan ana arıların kalitesi henüz yumurtlama ve bunu takip eden koloni oluşturma aşamasında gözlenebilmektedir. Yetiştirme kutularına konulan ana arıların bazıları yumurtlarken bazıları ise yumurtlamamaktadırlar. Yumurtlayan ana arıların bazıları sağlıklı ergin birey üretemezken bazıları ise ilk işçi arıları üreterek kolonilerini oluşturmaktadırlar. Yapılan araştırmalarda en az 10 adet işçi arı üreten ana arılar koloni oluşturmuş, en az 50 işçi arı üreterek bu aşamada erkek ve ana arı üretimine başlamamış koloniler ise pazarlanabilir koloni olarak değerlendirilmektedir (Velthuis ve van Doorn, 2006; Gösterit, 2016).

Araştırmada farklı şeker içeriğine sahip şurup ile beslenen ana arılar arasında yumurtlama oranları bakımından farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 1). Ancak şurup şeker içeriğinin sürdürülebilir yetiştiricilik açısından önemli kriter olan koloni oluşturma ve pazarlanabilir koloni oluşturma oranlarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir (P<0.05). Ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma performansının çifteleşme, çevre koşulları, genetik yapı ve besin kalitesi gibi faktörler tarafından etkilendiği bilinmektedir (Bogo vd., 2017; Imran vd., 2017; Gösterit ve Gürel, 2018). Çalışmadan elde edilen sonuçlar şuruptaki şeker oranının artmasının ana arıların koloni oluşturma başarısı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Çizelge 1. Araştırma gruplarında ana arıların yumurtlama ve koloni oluşturma oranları (%)  
Table 1. Egg laying and colony foundation ratios of queens in research groups (%)

Şurup şeker içeriği	n	Yumurtlama oranı	Koloni oluşturma oranı	Pazarlanabilir koloni oluşturma oranı
35 °Briks	20	90	55 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>
45 °Briks	20	95	70 <sup>ab</sup>	55 <sup>ab</sup>
55 °Briks	20	100	75 <sup>ab</sup>	60 <sup>ab</sup>
65 °Briks	20	100	90 <sup>b</sup>	75 <sup>b</sup>

a, b; aynı sütunda farklı harfleri taşıyan oranlar birbirinden farklıdır (P<0.05)

Gerek doğal yaşam alanlarında gerekse kontrollü koşullarda yetiştiricilikte bombus ana arıları diyapoz döneminin tamamlanmasını takip eden birkaç hafta içinde yumurtlamaktadırlar. Salgıladıkları mum benzeri madde ile hazırladıkları hücreler içine yumurtaları paket halinde bırakan ana arıların bu yumurtalarından işçi arılar yetiştirildiğinde asosyal fazdan sosyal faza geçilmiş olur. Birinci kuluçka dönemi olarak tanımlanan bu aşamada üretilen yumurta hücresi sayısı ve üretilen işçi arı sayısı

koloninin daha sonraki gelişimini doğrudan etkilemektedir (Duchateau ve Velthuis., 1988; Bogo vd., 2017). Bu özellikleri etkileyen faktörlerin bilinmesi yetiştiricilik başarısı için de önemlidir. Gürel vd. (2012) tarafından bildirilen bulgulara benzer şekilde sunulan bu çalışma sonuçlarına göre de besleme amacıyla kullanılan şurup ana arıların asosyal fazdaki yumurtlama performansını etkilememiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Şeker şurup içeriğinin ana arı performans özelliklerine etkisi  
Table 2. Effect of syrup sugar content on queen performance traits

Koloni özellikleri	Şurup şeker içeriği			
	35 °Briks	45 °Briks	55 °Briks	65 °Briks
İlk yumurtlamaya başlama zamanı (gün)	14.89 ± 1.70 n = 18	14.05 ± 1.59 n = 19	15.75 ± 1.70 n = 20	16.00 ± 1.53 n = 20
Birinci kuluçka döneminde üretilen yumurta hücresi sayısı (adet)	6.27 ± 0.74 n = 18	6.84 ± 0.77 n = 19	7.68 ± 0.81 n = 19	6.50 ± 0.58 n = 20
İlk işçi arı çıkış zamanı (sosyal fazın başlangıcı) (gün)	39.50 ± 1.70 n = 12	37.07 ± 1.90 n = 15	40.83 ± 1.69 n = 18	40.74 ± 1.84 n = 19
Birinci kuluçka döneminde üretilen işçi arı sayısı (adet)	23.55 ± 2.33 n = 11	16.73 ± 1.81 n = 15	20.19 ± 2.36 n = 16	18.41 ± 2.08 n = 17

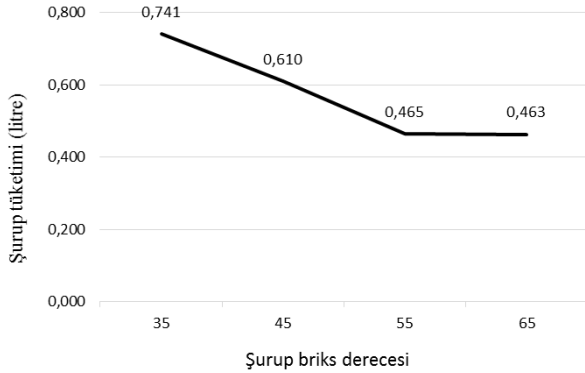
Bombus arısı kolonilerinde koloni başlangıç zamanı ve koloni oluşturma oranının yanında üretilen işçi, erkek ve ana arı sayıları bakımından da önemli varyasyon görülmektedir (Duchateau ve Velthuis, 1988; Velthuis ve van Doorn, 2006; Gösterit ve Gürel, 2014). Üretilen işçi arı sayısı koloninin tozlaştırma kalitesini belirlerken, üretilen

genç ana arı ve erkek arı sayısı sonraki generasyonların yetiştirilebilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle kolonileri farklı bireyleri üretmeye sevk eden faktörleri bilmek yetiştiricilik başarısını artıracaktır. Sonuçlar şurup şeker oranının kolonilerde üretilen toplam işçi, erkek ve ana arı sayısını etkilemediğini göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Şeker şurup içeriği ile ergin birey sayıları arasındaki ilişki  
Table 3. Correlation between syrup sugar content and numbers of adult individual

Şurup şeker içeriği	Toplam işçi arı sayısı		Toplam erkek arı sayısı		Toplam ana arı sayısı	
	n	Ort. ± Standart Hata	n	Ort. ± Standart Hata	n	Ort. ± Standart Hata
35 °Briks	12	106.7 ± 23.4	11	83.0 ± 19.2	7	22.0 ± 8.1
45 °Briks	15	122.5 ± 20.7	14	72.3 ± 13.4	12	30.7 ± 7.3
55 °Briks	15	124.3 ± 19.3	14	58.1 ± 10.4	11	16.9 ± 3.8
65 °Briks	19	136.4 ± 17.3	15	49.5 ± 8.9	10	19.9 ± 2.8

Kontrollü koşullarda yetiştiricilikte bombus arısı kolonileri doğal ortam ile hiçbir bağlantıları olmadan tamamen kapalı ortamda üretilmektedir. Kolonilerin besin ihtiyaçları da yetiştirici tarafından uygun polen ve şeker şurubu ile sağlanmaktadır. Bir koloni tozlaşma amacıyla kullanılabilir kriterlere ulaştığında yaklaşık olarak yarım litre şurup ve 200 gram polen tüketmektedir (Gürel vd., 2012). Araştırmada düşük şeker içeriğine sahip şurup ile beslenen kolonilerin daha fazla şurup tükettikleri belirlenmiştir ( $P < 0,01$ ) (Şekil 1).



Şekil 1. Tozlaşmaya uygun koloni aşamasında kolonilerin şurup tüketimleri

Figure 1. Syrup consumption of colonies when reached sufficient size for pollination

#### 4. Sonuç

Organizmaların diyetleri ve çevre koşullarının değişmesi çoğu zaman onların gelişim özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle canlı organizmalar arasındaki ilişkiler beslenme ile doğrudan ilişkili olabilmektedir. Arılar ve çiçekli bitkiler arasındaki ilişkiler bu duruma verilebilecek iyi bir örnektir. Çiçekli bitkiler tozlaşmak için arılara ihtiyaç duyarken, arılar da temel besinleri olan nektar ve poleni çiçeklerden sağlamaktadırlar. Bir yaban arısı olan ve son yıllarda yetiştiriciliği yapılan bombus arılarının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğinde de doğal yaşam alanlarındakine eşdeğer besinler kullanılmaktadır. Bu amaçla bal arıları tarafından toplanan polen protein kaynağı, genellikle sukroz veya farklı şekerler ile hazırlanan şurup ise nektar yerine enerji kaynağı olarak arılara verilmektedir. Polenin olduğu kadar şeker şurubunun kalitesi de bombus arısı yetiştiriciliğinde başarıyı etkileyen bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada şeker şurubunun içerdiği şeker oranının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı gruplar arasında koloni gelişim özellikleri bakımından önemli bir fark belirlenmemesine karşın, yetiştiricilikte kullanılan şuruplarının bombus arılarında koloni oluşturma oranı ve tüketim miktarı üzerine etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

#### 5. Kaynaklar

Abou-Shaara, H. F. (2017). Effects of various sugar feeding choices on survival and tolerance of honey bee workers to low temperatures.

- Journal of Entomological and Acarological Research, 49(1), 6–12. doi:10.4081/jea.2017.6200.
- Baker, H. G. and Baker, I. (1990). The predictive value of nectar chemistry to the recognition of pollinator types. *Israel Journal of Botany*, 39(1-2), 157–166. doi:10.1080/0021213X.1990.10677140.
- Bogo, G., Manincor, N., Fisogni, A., Galloni, M., and Bortolotti, L. (2017). Effects of queen mating status, pre-diapause weight and pupae's sex on colony initiation in small-scale rearing of *Bombus terrestris*. *Apidologie*, 48(6), 845–854. doi:10.1007/s13592-017-0529-z.
- Duchateau, M. J. and Velthuis, H. H. W. (1988). Development and reproductive strategies in *Bombus terrestris* colonies. *Behaviour*, 107(3-4), 186–207. doi:10.1163/156853988X00340.
- Genissel, A., Aupinel, P., Bressac, C., Tasei, J. N., and Chevrier, C. (2002). Influence of pollen origin on performance of *Bombus terrestris* micro colonies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104(2), 329–336. doi:10.1023/a:1021279220995.
- Gonzalez-Teuber, M. and Heil, M. (2009). Nectar chemistry is tailored for both attraction of mutualists and protection from exploiters. *Plant Signaling & Behavior*, 4(9), 809–813. doi:10.4161/psb.4.9.9393.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. (2014). Bombus arısı (*Bombus terrestris* L.)'nin ticari yetiştiriciliği için temel gereklilikler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 102–111.
- Gösterit, A. (2016). Adverse effects of inbreeding on colony foundation success in bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Applied Entomology and Zoology*, 51(4), 521–526. doi:10.1007/s13355-016-0427-2.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. (2018). The role of commercially produced bumblebees in good agricultural practices. *Scientific Papers, Series D. Animal Science*, 61(1), 201–204.
- Gürel, F., Karslı, B. A., and Gösterit, A. (2012). Effects of three kinds of sugar syrups on colony development of bumble bee (*Bombus terrestris* L.). *Journal of Apicultural Science*, 56(2), 13–18. doi:10.2478/v10289-012-0019-5.
- Imran, M., Ahmad, M., Naeem, M., Mahmood, K., Nasir, M., and Sheikh, U. A. A. (2017). Are colony developmental stages of bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) affected by different concentrations of sugar and honey solutions? *International Journal of Industrial Entomology*, 34(2), 23–31. doi:10.7852/ijie.2017.34.2.23.
- Kaftanoglu, O., Linksvayer, T. A., and Page, R. E. (2011). Rearing honey bees, *Apis mellifera*, in vitro 1: Effects of sugar concentrations on survival and development. *Journal of Insect Science*, 11(96): 96. doi:10.1673/031.011.9601.
- Konzmann, S. and Lunau, K. (2014). Divergent rules for pollen and nectar foraging bumblebees - a laboratory study with artificial flowers offering diluted nectar substitute and pollen surrogate. *PLOS ONE*, 9(3), e91900 doi:10.1371/journal.pone.0091900.
- Ollerton, J., Winfree, R., and Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x.
- Rasmont, P., Regali, A., Ings, T. C., Lognag, G., Baudart, E., Marlier, M., Delcarte, E., Viville, P., Marot, C., Falmagne, P., Veriiaegie, J. C., and Chittka, L. (2005). Analysis of pollen and nectar of *Arbutus unedo* as a food source for *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 98(3), 656–663. doi:10.1603/0022-0493-98.3.656.
- Ribeiro, M. F., Duchateau, M. J., and Velthuis, H. H. W. (1996). Comparison of the effects of two kinds of commercially available pollen on colony development and queen production in the bumble bee *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 27(3), 133–144. doi:10.1051/apido:19960302.
- Roulston, T. H. and Cane, J. H. (2000). Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution*, 222(1-4), 187–209. doi:10.1007/BF00984102.
- Tasei, J. N. and Aupinel, P. (2008). Nutritive value of 15 single pollens and pollen mixes tested on larvae produced by bumblebee workers (*Bombus terrestris*, Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 39 (4), 397–409.
- Veldtman, R. (2018). Are managed pollinators ultimately linked to the pollination ecosystem service paradigm?. *South African Journal of Science*, 114(11-12), a0292
- Velthuis, H. H. W. and van Doorn, A. (2006). A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, 37(4), 421–425. doi:10.1051/apido:2006019.





## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

### Azotlu Gübre Uygulamalarının Farklı Gelişme Döneminde Makarnalık Buğday ve Tritikalenin Bazı Besin Elementi İçeriğine Etkisi

Esra ÖZBEK<sup>1</sup>, İlknur AKGÜN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

\*Sorumlu yazar: ilknurakgun@isparta.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 16/07/2020

Kabul tarihi: 31/10/2020

**Anahtar Kelimeler:** Azot, Buğday, Firik, Kalite Tritikale,

#### ÖZET

Bu araştırma, 2018-2019 vejetasyon döneminde Isparta koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada 2 makarnalık buğday (Çeşit-1252 ve Kızıltan-91) ve 2 tritikale (Ümran Hanım ve Karma-2000) çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada; farklı azotlu gübre uygulamalarının (nitropower 33 ve dinitroso) farklı gelişme döneminde (sarı olum, tam olum) bazı mineral madde içeriklerine (Fe, Zn, Fosfor, K, Mg) etkisi incelenmiştir. Araştırma Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme planına göre 3 tekerrürlü kurulmuş ve 24 parselden oluşmuştur (2 azot uygulaması x 4 çeşit x 3 tekerrür = 24). Metrekareye 550 tohum atılmış ve ekimle birlikte bütün parsellere dekara 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 5 kg/da N uygulanmıştır. Azotun diğer yarısı ilkbaharda sapa kalkma başlangıcında verilmiştir. Araştırma sonucunda erken hasat döneminde Mg, P, Zn, Fe içerikleri azalırken, K oranı artmıştır. Yavaş salımlı gübre (Dinitroso) uygulamasında bazı besin elementi içerikleri (Fe, P, K ve Mg) önemli seviyede artmıştır.

Sonuç olarak; tritikalenin erken hasat edilerek firik amacıyla kullanılabilmesi ve yavaş salımlı gübre uygulamasının tane kalitesi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

### The Effect of Nitrogen Fertilizer Applications on Some Nutrient Contents of Durum Wheat and Triticale in Different Development Stage

#### ARTICLE INFO

Received: 16/07/2020

Accepted: 31/10/2020

**Keywords:** Nitrogen, Wheat, Freekeh, Quality, Triticale

#### ABSTRACT

This research was carried out under Isparta conditions in 2018-2019 vegetation period. In the study, 2 durum wheat (Çeşit-1252 and Kızıltan-91) and 2 triticale (Ümran Hanım and Karma-2000) varieties were used. In this research; the effect of different nitrogen fertilizer applications (nitropower 33 and dinitroso) on some mineral contents (Fe, Zn, Phosphorus, K, Mg) in different development stages was investigated. This research was consisted of 24 plots (2 nitrogen applications x 4 varieties x 3 replications = 24) and carried out split split plot design with three replications. 550 seeds were sown on per square meter and 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 5 kg / da N were applied to all plots during planting. The other half of the nitrogen was given at the beginning of stem elongation period. In research results, in the early harvest period while the values of Mg, P, Zn, Fe contents decreased, K ratio increased. In slow release fertilizer (Dinitroso) application some nutrient contents (Fe, P, K and Mg) have increased significantly.

As a result; It has been determined that triticale can be used for freekeh purposes as it is harvested early and slow release fertilizer application has been determined to be effective on grain quality.

#### 1. Giriş

Buğday, tahıl ve diğer bitki grupları içerisinde ekim alanı ve üretim yönünden ilk sırayı alan stratejik bir bitkidir. Genel olarak buğday, dünya nüfusunun bitkisel kaynaklı besinlerden sağladığı toplam kalorinin yaklaşık % 20'sini oluştururken bu oran ülkemizde % 53'tür (Anonim, 2014). Ülkemizde buğday ekim alanı 6.8 milyon ha, üretimi yaklaşık 19 milyon ton olup, bunun yaklaşık 3.2 milyon tonunu makarnalık buğday oluşturmaktadır. Makarnalık buğdayın dekara verimi 288 kg'dır (TÜİK, 2019a). Makarnalık buğdaylar dünyada en çok makarna yapımında kullanılmaktadır. Türkiye'de ise saf veya ekmeçlik buğdayla karışık olarak somun ekmeği yapımında, makarna, bulgur, irmik ve kabarma istemeyen un

mamulleri üretiminde kullanılmaktadır (Aydın, 1993; Kınacı, 1993; Boyacı, 2004).

Nüfusumuzun hızla artması, ekilebilen arazilerin son sınırına gelmiş olması, gelecek yıllardaki muhtemel bir beslenme açığının önemli işaretleridir. Artan nüfusunun gıda gereksinimini karşılayacak, güvenli ve verimli alanlar yanında marjinal alanlarda da üretim yapmak mecburiyeti karşısında, bilim insanları tritikale ile ilgili yoğun araştırmalar yapmaktadırlar. Dünyada yaklaşık 12 milyon ton tritikale üretimi yapılmaktadır (FAO,2018). Türkiye'deki üretim miktarı ise 215 bin ton ve dekara verimi 336 kg'dır (TÜİK, 2019b).

Tritikale genotiplerinin buğdaydan daha yüksek besleme değerine ve hazmolunabilir protein oranına sahip olduğu ileri sürülmüştür (Kochetova et al., 1987). Tritikale'nin

sahip olduğu özellikler nedeniyle, açlık sorununa çözüm olabilmek için buğdayın yanında alternatif olarak değerlendirilebilir. Buğday bazı bölgelerde geleneksel olarak farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bu geleneksel gıda ürünlerinin çoğu, Türkiye'nin diğer bölgelerinde iyi bilinmemektedir. Bu ürünlerden biri de firiktir. Firik olarak da bilinen ısıtılmış yeşil buğday (aynı zamanda frekeh veya freekah olarak da bilinir) Orta Doğu'da, Türkiye ve Avustralya gibi bazı ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Firik için makarnalık buğday (*Triticum durum*) tercih edilir, ancak ekmeleklik buğday (*T. aestivum*) da kullanılabilir (Vallega, 1996).

Tahıllarda verim ve kaliteyi arttırmak için bir yandan ıslah çalışmaları yapılırken, diğer yandan en uygun yetiştirme teknikleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Verim ve kaliteyi arttırmada yararlanılan en etkili yetiştirme tekniği uygulamalarından biri de gübrelemedir. Yapılan çalışmalarda, yetiştirme teknikleri içerisinde verimi arttırmada en büyük payın gübreye ait olduğu ve gübreleme ile % 60'a varan ürün artışı sağlanabileceği belirtilmektedir (Sezen, 1991).

Son yıllarda kullanıma giren yavaş salımlı gübrelerin uzun süreli etkileri farklı bitkilerde araştırma konusu olarak incelenmektedir. Bu gübreler yavaş çözüldükleri için etkinliği yüksek ve yıkanma kayıpları azdır. Toprakta değişime uğramadan, kil, kireç ve organik maddeye bağlanmaz, diğer elementlerle bileşik oluşturmaz. Bu nedenle yarayışsız forma geçmeden bitkiler tarafından kolayca alınır (Mukherjee et al., 2015).

Bu çalışmada tritikalenin insan beslenmesinde alternatif değerlendirme amacıyla, erken hasat edilerek (yeşil buğday olarak tanımlanan firik) kullanılabilme olanağı araştırılmıştır. Ayrıca son yıllarda gündeme gelen yavaş salımlı gübre uygulamasının, makarnalık buğday ve tritikalede farklı gelişme döneminde besin elementi içeriğine etkisi incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu araştırma 2018-2019 vejetasyon döneminde, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme alanında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak, 2 makarnalık (Çeşit-1252 ve Kızıltan-91) ve 2 tritikale (Ümran Hanım ve Karma-2000) çeşidi kullanılmıştır. Deneme alanının 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre; toprağın strüktürü killi-tınlı bir yapıya sahip olup hafif alkali (pH 7.91), organik madde (1.8), tuzsuz sınıf toprak, kireç oranı %32.44, fosfor bakımından düşük (7.20 kg/da), potasyum (176.24 kg/da) bakımından ise yeterli seviyeye sahiptir.

Araştırma, Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme planına uygun olarak 3 tekerrürlü kurulmuştur. Deneme 24 parselden (parsel boyutu ;8 m x 1.2 m = 9.6 m<sup>2</sup>) oluşmuştur (4 çeşit x 2 azot uygulaması x 3 tekerrür =24). Ana parseller çeşitler, alt parsellere azot uygulamaları (10 kg/da), alt alt parsellerde ise hasat zamanı yerleştirilmiştir. M<sup>2</sup>'ye 550 tohum düşecek şekilde Kasım ayı içerisinde ekim yapılmıştır. Ekimle birlikte bütün parsellere dekara 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hesabıyla fosforlu gübre uygulanmıştır. Azot kaynağı olarak NP33 ve yavaş salımlı azotlu (slow release) gübre (Dinitroso) olmak üzere iki farklı gübrenin yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı ilkbaharda sapa kalkma başlangıcında parsellere verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi 150-200 cc/da aktif madde hesabıyla 2.4-D terkipli herbisit kullanılmıştır.

Hasatta her parselde iki örnekleme zamanı yer almıştır. Bitkiler örnekleme zamanı olgunluğuna geldiğinde başlardan 0.5 m, kenarlardan birer sıra kenar tesiri olarak atıldıktan sonra kalan kısımlar elle hasat edilerek kurutulmuştur. Tohumlar elle ya da tek başak harman makinesiyle harmanlanmıştır. Araştırmada bazı mineral madde içerikleri incelenmiştir. Bitki besin elementlerinden Fe, Mg ve Zn Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi, K Fleymfotometrik yöntemle, P molibdovanado-fosforik asit metoduna göre belirlenmiştir (Kacar ve Inal, 2008). Araştırmanın yürütüldüğü 2018-2019 vejetasyon dönemine (Kasım-Haziran) ait sıcaklık (°C) ve yağış (mm) değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yıl ve uzun yıllara (1929-2018) ait iklim verileri\*

Table 1. Climate data belong to for the year and long years (1929-2018) of area where the experiment was conducted

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Ortalama Nispi Nem (%)	
	2018-2019	Uzun Yıllar Ortalaması **	2018-2019	Uzun Yıllar Ortalaması	2018-2019	Uzun Yıllar Ortalaması
<b>Kasım</b>	9.1	7.8	48.6	45.2	67.7	70.0
<b>Aralık</b>	3.5	3.5	107.1	87.5	82.7	75.8
<b>Ocak</b>	2.5	1.8	97.0	80.8	81.3	75.2
<b>Şubat</b>	4.5	2.9	55.4	68.1	72.1	71.6
<b>Mart</b>	7.3	5.9	40.3	59.1	63.0	66.0
<b>Nisan</b>	9.9	10.7	50.8	52.9	64.4	61.5
<b>Mayıs</b>	16.8	15.4	34.2	56.7	53.4	59.2
<b>Haziran</b>	20.7	19.8	53.3	33.6	59.8	52.5
<b>Temmuz</b>	23.3	23.4	9.5	16.3	44.9	45.7
Ort./Top.	10.8	10.1	496.2	500.2	55.6	64.2

\*:Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

2018-2019 üretim sezonunda bölgemizdeki yağış miktarı (496.2 mm) uzun yıllar ortalamasından (500.2 mm) daha düşük, ortalama sıcaklık ise daha yüksektir (uzun yıllar sıcaklık ortalaması 10.1°C; üretim sezonunda ortalama sıcaklık 10.8 °C). Üretim sezonundaki nispi nem oranı (55.6 %) uzun yıllar ortalamasından (64.2 %) daha düşüktür. Elde edilen sonuçlar Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller deneme desenine göre TotemStat paket programlarından yararlanarak varyans analizine tabi tutulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Demir (Fe)

Farklı gelişme döneminde makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Fe (mg/kg) içeriğine çeşit, gübre, çeşit x gübre, hasat, çeşit x hasat, gübre x hasat ve çeşit x gübre x hasat interaksiyonlarının etkisi önemli ( $P \leq 0.01$ ) bulunmuştur.

Sarı olum döneminde (1. Hasat) NP33 ve Dinitroso gübrelemesi yapılan parsellerin Fe içeriği ortalamaları en yüksek Ümran Hanım çeşidinden (sırasıyla 57.72 mg/kg ve 54.71 mg/kg) elde edilmiştir. NP33 uygulamasında en düşük Fe 45.76 mg/kg ile Çeşit-1252 çeşidinden, Dinitroso uygulamasında en düşük Fe içeriği 43.56 mg/kg ile Karma-2000 çeşidinde saptanmıştır. Tam olum döneminde her iki azotlu gübre uygulamasında da Çeşit-1252 çeşidinde en yüksek, Karma-2000 çeşidinde ise en düşük Fe içeriği elde edilmiştir. Birinci hasat döneminde en yüksek Fe içeriği 51.73 mg/kg ile NP33 uygulamasında, tam olum döneminde ise en yüksek Fe içeriği 134.78 mg/kg ile yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 2). Çeşitlere göre 1. hasatta Fe içeriği 45.79-56.21 mg/kg, 2. Hasat döneminde ise 94.33-147.43 mg/kg arasında değişmiştir. Hasat dönemlerinin genel ortalamasına göre olgunlaşmanın ilerlemesi ile çeşitlerin Fe içerikleri artmıştır. Ancak bu artış oranı tüm çeşitlerde aynı olmadığından çeşit x hasat interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 3). NP33 uygulamasında en yüksek Fe içeriği 91.47 mg/kg ile Ümran Hanım çeşidinden elde edilirken, en düşük Fe içeriği 68.84 mg/kg ile Karma-2000 çeşidinde saptanmıştır. Yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulamasında en yüksek Fe

içeriği 105.43 mg/kg ile Çeşit-1252 çeşidinde, en düşük Fe içeriği ise 72.34 mg/kg ile yine Karma-2000 çeşidinde bulunmuştur. Genel ortalamalara bakıldığında yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulamasında, daha yüksek Fe içeriği elde edilmiştir. Çeşit ortalamaları karşılaştırıldığında en yüksek Fe içeriği 96.61 mg/kg ile Çeşit-1252'de bulunmuştur (Çizelge 4).

Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda demir içeriğinin tritikalede olum dönemlerine göre değiştiği bildirilmiştir (Akgün ve Altındal, 2015). Araştırmada farklı tritikale genotiplerinin olum dönemlerine göre besin elementi içerikleri araştırılmış ve hamur olum döneminde 123.82 mg/kg, tam olum döneminde ise 218.52 mg/kg Fe içeriği saptanmıştır. Tüm genotiplerde ortalama Fe içeriği 157.68-268.12 mg/kg arasında değişmiştir. Diğer çalışmada, 12 tritikale ve diğer tahıl genotipleri farklı dönemlerinde hasat edilmiş ve erken başaklanma döneminde Fe içeriği 63.06-103 mg/kg, süt olum döneminde ise 67.29-117.68 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Mut et al., 2006). Bu sonuçlar araştırmamızda elde edilen bulgulara benzerlik göstermekte ve olum dönemi ilerledikçe demir içeriği artmaktadır. Tritikale tanelerinin demir içeriği buğdaya göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Çiftçi et al., 2003). Araştırmamızda en yüksek demir içeriğinin makarnalık buğday çeşidinde (Çeşit-1252) belirlenmiş olsa da (Çizelge 4.), firik amacıyla erken yapılan hasatta her iki gübre uygulamasında demir içeriği yönünden Kızıltan-91 ve Ümran Hanım çeşitleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2).

Farklı kırmızı ekmeçlik buğday çeşitlerinin kullanıldığı bir çalışmada Garvin et al., (2006), 1873 yılından 2000 yılına kadar tescil ettirilen çeşitlerde demir içeriği incelenmiş ve son yıllarda tescil edilen çeşitlerde demir içeriği daha düşük bulunmuştur. Buğdayın Fe içeriği 22.3-48.9 mg/kg Balint et al., (2001), Suchowilska et al., (2012) ise 43-45 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mohammed, (1994), buğdayda ekimden 42 ve 70 gün sonra % 2.5 ve % 5.0'lık üre konsantrasyonlarını uyguladığı bir çalışmada, artan üre uygulamalarının tanede Fe içeriğini arttırdığını saptamıştır.

Çizelge 2. Farklı azotlu gübre uygulaması ve gelişme dönemlerinde hasat edilen makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Fe (mg/kg) içeriğine ait ortalamalar

Table 2. Means of Fe (mg / kg) content of durum wheat and triticale varieties harvested during different nitrogen fertilizer application and development stages

Çeşitler	1. Hasat			2. Hasat		
	NP33	Dinitroso	Ort.	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	45.76 C	45.83 BC	45.79	129.84 A	165.02 A	147.43
Kızıltan-91	53.30 AB	50.40 AB	51.85	98.51 B	154.07 B	126.29
Ümran Hanım	57.72 A	54.71 A	56.21	125.22 A	118.90 C	122.06
Karma-2000	50.14 BC	43.56 C	46.85	87.55 C	101.12 D	94.33
<b>Ort.</b>	<b>51.73 a</b>	48.62 b		110.28 b	<b>134.78 a</b>	
<b>LSD (gübre x hasat) 3.04; LSD(çeşit x gübre x hasat)6.08</b>						
<b>CV (%)</b>	4.07					

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 3. Buğday ve tritikale çeşitlerinin Fe (mg/kg) içeriğine ilişkin çeşit x hasat interaksyonuna ait ortalamalar

Table 3. Means of variety x harvest interaction belong to the Fe (mg / kg) content of wheat and triticale varieties

Çeşitler	1. Hasat	2. Hasat
Çeşit-1252	<b>45.79 C</b>	<b>147.43 A</b>
Kızıltan-91	51.85 B	126.29 B
Ümran Hanım	<b>56.21 A</b>	122.06 B
Karma-2000	46.85 C	<b>94.33 C</b>
<b>Ort.</b>	50.18 b	<b>122.53 a</b>
<b>LSD (hasat)</b>	2.20; <b>LSD (çeşit x hasat)</b> 4.30	

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 4. Buğday ve tritikale çeşitlerinin Fe (mg/kg) içeriğine ilişkin çeşit x gübre interaksyonuna ait ortalamalar

Table 4. Means of variety x fertilizer interaction belong to Fe (mg / kg) content of wheat and triticale varieties

Çeşitler	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	87.80 A	<b>105.43 A</b>	<b>96.61 a</b>
Kızıltan-91	75.91 B	102.24 A	89.07 b
Ümran Hanım	<b>91.47 A</b>	86.80 B	89.14 b
Karma-2000	<b>68.84 C</b>	<b>72.34 C</b>	<b>70.59 c</b>
<b>Ort.</b>	81.00 b	<b>91.70 a</b>	
<b>LSD (gübre)</b> 2.01; <b>LSD (çeşit x gübre)</b> 4.20			2.60

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Yine artan N uygulamasına bağlı olarak buğday tanesinin Fe içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir (Çakmak et al., 2010; Kutman et al., 2010a; Shi et al., 2010; Kutman et al., 2011). Azotun yeterli olduğu koşullarda Fe taşınmasının daha fazla olduğu bildirilmiştir (Öztürk vd., 2011).

Çizelge 5. Farklı azotlu gübre uygulaması ve gelişme dönemlerinde hasat edilen makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Zn (mg/kg) içeriğine ilişkin ortalamalar

Table 5. Means of Zn (mg / kg) content of durum wheat and triticale varieties harvested during different nitrogen fertilizer application and development stages

Çeşitler	1. Hasat			2. Hasat		
	NP33	Dinitroso	Ort.	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	<b>22.31 B</b>	<b>21.92 C</b>	<b>22.12</b>	37.86 B	37.00 C	37.43
Kızıltan-91	30.97 A	25.70 C	28.34	40.59 B	41.34 B	40.96
Ümran Hanım	<b>32.61 A</b>	<b>37.99 A</b>	<b>35.30</b>	<b>49.97 A</b>	<b>47.13 A</b>	<b>48.55</b>
Karma-2000	31.34 A	30.11 B	30.73	<b>37.47 B</b>	<b>34.71 C</b>	<b>36.09</b>
<b>Ort.</b>	<b>29.31</b>	28.93		<b>41.47</b>	40.04	
<b>LSD (çeşitxgübrexhasat)</b>				4.29		
<b>CV (%)</b>				7.1		

\*Aynı sütunda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Bu çalışmada tanedeki demir içeriği, yavaş salımlı gübre uygulamasında daha fazla bulunmuştur. Bu durum toprakta özellikle azot yönünden demir alımının desteklendiği söylenebilir.

Araştırmacılar firik buğdayının Fe içeriği bakımından zengin olduğunu belirtmişlerdir (D'Edigio and Cecchini, 1998; Humphries, and Khachik, 2003). Makarnalık buğday kullanarak yapılan bir çalışmada, çiçeklenmeden sonra 3'er gün aralıklarla alınan örneklerde (6 örnekleme zamanı) Fe içeriği ilerleyen olgunlaşma dönemlerine ve çeşitlere göre değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada Fe içeriği 40.1-56.7 mg/kg arasında tespit edilmiştir. Tohum olgunlaşmasına bağlı olarak firik buğday örneklerinde Fe içeriği azalmıştır (Ozkaya et al., 1999). Ancak yaptığımız çalışmada demir içeriği olgunlaşmaya bağlı olarak artmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada Fe içeriği çeşide ve gübre uygulamasına bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca erken hasat döneminde Ümran Hanım tritikale çeşidinde demir içeriği, buğday çeşitlerinden daha fazla bulunmuştur.

### 3.2. Çinko (Zn)

Farklı gelişme döneminde makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Zn(mg/kg) içeriğine çeşit, hasat, çeşit x hasat interaksyonunun etkisi önemli ( $P \leq 0.01$ ), çeşit x gübre ve çeşit x gübre x hasat interaksyonları ise ( $P \leq 0.05$ ) seviyesinde önemli bulunmuştur.

İlk hasat döneminde NP33 ve yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulaması yapılan parsellerin Zn içeriği ortalamaları en yüksek Ümran Hanım, en düşük ise Çeşit-1252 çeşidinden elde edilmiştir. İkinci hasat döneminde ise her iki azotlu gübre uygulamasında da en yüksek Zn içeriği yine Ümran Hanım çeşidinde, en düşük Zn içeriği Karma-2000 çeşidinde belirlenmiştir. Her iki hasat döneminde de NP33 uygulamasında Zn içeriği daha yüksek bulunmuştur. Çeşitlerin Zn içerikleri gübre uygulamalarına göre farklılık göstermiştir (Çizelge 5). Tam olum döneminde, sarı olum dönemine göre daha yüksek Zn içeriği elde edilmiştir.

Çeşitlere göre 1. hasat döneminde Zn içeriği 22.12-35.30 mg/kg, 2. hasat döneminde ise 36.09-48.55 mg arasında değişmiştir (Çizelge 6). Her iki gübre uygulamasında da en yüksek Zn içeriği Ümran Hanım çeşidinden elde edilirken, en düşük Zn içeriği ise Çeşit-1252 çeşidinde bulunmuştur. Farklı gübre uygulamaları arasında, sayısal olarak farklılıklar olsa da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Çeşitlere göre Zn miktarı 29.77-41.93 mg/kg arasında değişmiştir. Çeşitlerin Zn alımına ekolojik faktörler, kültürel uygulamalar etkili olabildiği gibi, bu sonuçlarda genetik yapının da etkili olduğu söylenebilir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Buğday ve tritikale çeşitlerinin Zn (mg/kg) içeriğine ilişkin çeşit x hasat interaksiyonuna ait ortalamalar

Table 6. Means of variety x harvest interaction belong to Zn (mg/kg) content of wheat and triticale varieties

Çeşitler	1. Hasat	2. Hasat
Çeşit-1252	22.12 C	37.43 C
Kızıltan-91	28.34 B	40.96 B
Ümran Hanım	35.30 A	48.55 A
Karma-2000	30.73 B	36.09 C
<b>Ort.</b>	29.12 b	40.76 a
<b>LSD(hasat)</b>	1.52; <b>LSD(çeşitxhasat)</b> 3.03	

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 7. Buğday ve tritikale çeşitlerinin Zn (mg/kg) içeriğine ilişkin çeşit x gübre interaksiyonuna ait ortalamalar

Table 7. Means of variety x fertiliser interaction belong to Zn (mg/kg) content of wheat and triticale varieties

Çeşitler	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	30.09 C	29.46 C	29.77 c
Kızıltan-91	35.78 B	33.52 B	34.65 b
Ümran Hanım	41.29 A	42.56 A	41.93 a
Karma-2000	34.41 B	32.41 B	33.41 b
<b>Ort.</b>	35.39	34.49	
<b>LSD(çeşitxgübre)</b>	1.84; <b>LSD(çeşit)</b>		2.27

\*Aynı sütunda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda çinko ve diğer mikro element eksikliklerinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde çok ileri boyutlarda olduğu bilinmektedir. Avrupa'da orta yaşlı insanlarda Zn eksikliği % 4.8; daha yaşlılarda ise % 5.6 olarak görülmektedir (Andriollo-Sanchez et al., 2005). Tahıl tanelerinin çinko içeriğini yükseltmek, insanlarda Zn eksikliğine bağlı sağlık problemlerini azaltmada önemli bir etkiye sahip olacaktır. Buğdayın tanesinin çinko (Zn) konsantrasyonu (genellikle 25-30 mg/kg), insanların sağlıklı beslenebilmesi için ihtiyaç duyulan veya tavsiye edilen seviyeden çok düşüktür (Erdal vd, 2002).

Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde olum dönemlerine ve çeşide göre Zn içeriği değişmiştir. Nitekim

12 tritikale genotipini farklı büyüme dönemlerinde besin elementi içeriklerini incelemiştir. Araştırma sonucuna göre, hamur olum döneminde 19.78 mg/kg, tam olum döneminde ise 27.61 mg/kg Zn içeriği saptanmıştır. Genotipler göre Zn içeriği 15.38-54.68 mg/kg arasında değişmiştir (Akgün ve Altındal, 2015). Yine 12 tritikale ve diğer tahıl genotiplerinde Zn içerikleri erken başaklanma döneminde 25.34-69.40 mg/kg, süt olum döneminde 16.99-58.81 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Mut et al., 2006). Buğday N içeriği yüksek besin çözeltisi ortamında yetiştirildiğinde, çinkonun kökler tarafından alımı, taşınması ve mobilizasyonunun arttığı tespit edilmiştir (Erenoğlu et al., 2011). Tane proteinleri, depolama kapasitesini artırarak çinkonun depolanmasına katkıda bulunmaktadır. Bu hipotez birçok çalışmada belirtildiği gibi tane proteinleri ile tane çinkosu arasındaki yüksek pozitif korelasyon ile desteklenmektedir (Morgounov et al., 2007; Peleg et al., 2008). Zn ve azot (N) uygulamalarının makarnalık buğdayın tane Zn konsantrasyonunun artırılmasında sinerjik etki yaptığını belirtmişlerdir (Shi et al., 2010; Kutman, 2010b).

Yapılan bu çalışmada çeşitlerin tane proteini sarı olum döneminde daha fazla bulunmuş olmasına rağmen, Zn içeriği tam olgunlaşma döneminde fazladır. Bu durum tane proteinlerinin, depolama kapasitesini artırarak çinkonun depolanmasına katkıda bulunduğu görüşünü doğrulamaktadır.

Buğdayın mineral madde içeriğiyle ilgili yapılan diğer bir çalışmada 25 adet hat kullanılmış, yarı bodur buğdayların geliştirildiği tarihten itibaren çinko içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Zhao et al., 2009). Farklı buğday genotiplerinin kullanıldığı çalışmalarda Zn miktarı 33-68 mg/kg Suchowilska et al., (2012) ve 29-89 mg/kg Çakmak et al., (2000) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Yine 1873 yılından 2000 yılına kadar tescil ettirilen 14 adet kırmızı ekmeklik buğday çeşidinde çinko içeriğinin, çeşitlerin tescil yılına göre azaldığını tespit etmişlerdir (Garvin et al., 2006).

Buğdayda toprakta azotun varlığı, özellikle çiçeklenme öncesinde depolanan Zn'nun kullanımını ve remobilize olmasını etkinleştirerek taneye Zn birikimini artırabileceği ileri sürülmüştür (Marschner, 1993). Ekmeklik buğday ile kum ortamında yapılan bir çalışmada, tanenin olgunluk dönemindeki Zn içeriğinin büyük çoğunluğunun tozlanmadan sonraki dönemde bitki dokusuna giren Zn'dan kaynaklandığı vurgulanmıştır (Garnett and Graham, 2005). Artan N uygulamasına bağlı olarak buğdayın tanesinin Zn konsantrasyonunun arttığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Mohammed, 1994; Çakmak et al., 2010). Zn taşınmasının yeterli N koşullarında daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kutman et al., 2011; Öztürk vd., 2011).

Araştırmacılar firik buğdayının Zn içeriği bakımından zengin olduğunu belirtmişlerdir (D'Edigio and Cecchini, 1998; Humphries, and Khachik, 2003). İki makarnalık buğday kullanarak yapılan bir çalışmada çiçeklenmeden sonra 3'er gün aralıklarla alınan (6 örnekleme zamanı) örneklerde Zn içerikleri ilerleyen olgunlaşma aşamaları ile azaldığı belirlenmiştir. Çeşitlere göre Zn içeriği 25.5-37.9 mg/kg

arasında değişmiştir (Ozkaya et al., 1999). Yaptığımız çalışmada ise hem tritikalede hem de makarnalık buğday çeşitlerinde tam olum döneminde tanenin Zn içeriği daha fazla bulunmuştur.

Sonuç olarak çinko içeriği tohum olgunlaşmasına bağlı olarak hem tritikalede hem de makarnalık buğday çeşitlerinde artmış ve yavaş salımlı gübre uygulamasının Zn içeriğine etkisi önemli bulunmamıştır.

### 3.3. Fosfor (P)

Farklı gelişme döneminde makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Fosfor(mg/kg) içeriğine çeşit, gübre, çeşit x gübre, hasat, çeşit x hasat ve çeşit x gübre x hasat etkilerinin etkisi ( $P \leq 0.01$ ) seviyesinde önemli bulunmuştur.

Her iki hasat döneminde NP33 uygulamasında Kızıltan-91 çeşidinden en yüksek P içeriği elde edilirken, en düşük P içeriği Ümran Hanım çeşidinden elde edilmiştir. Dinitroso gübre uygulamasında sarı olum döneminde en yüksek P içeriği Ümran Hanım çeşidinde, en düşük Çeşit-1252 saptanmıştır. Tam olum döneminde Dinitroso gübre uygulamasında en yüksek P içeriği Çeşit-1252 çeşidinde,

en düşük P içeriği ise Karma-2000 çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 8). Hasat dönemleri arasındaki genel ortalama incelendiğinde, tam olum döneminde (367.65 mg/kg) sarı olum dönemine (297.93 mg/kg) göre daha yüksek P içeriği elde edilmiştir. Her iki hasat döneminde de en yüksek P içeriği Kızıltan-91 çeşidinden elde edilmiş ve 1. hasat döneminde bu çeşit ile tritikale çeşitleri arasında fark önemli bulunmamıştır. Ancak 2. hasat döneminde makarnalık buğday çeşitlerinde tanedeki P içeriği, tritikale çeşitlerinden daha yüksektir. Bu durum tritikalenin firik amaçlı kullanımında bir avantaj oluşturduğu söylenebilir (Çizelge 9). Her iki gübre uygulamasında da en yüksek P içeriği Kızıltan-91 çeşidinden elde edilmiştir. NP33 uygulamasında en düşük P içeriği Ümran Hanım çeşidinde, Dinitroso uygulamasında ise en düşük P içeriği Karma-2000 çeşidinde bulunmuştur. Çeşitler arasında en yüksek P içeriği yine Kızıltan-91 çeşidinde tespit edilmiş olup, çeşitlerin P içeriği 310.71-356.02 mg/kg arasında değişmiştir. Gübre uygulamaları karşılaştırıldığında, Dinitroso gübrelemesi yapılan parsellerde daha yüksek P içeriği (345.38 mg/kg) elde edilmiştir. Araştırmada tritikale çeşitlerinde tanenin P içeriği daha düşük bulunmuştur (Çizelge 10).

Çizelge 8. Farklı azotlu gübre uygulaması ve gelişme dönemlerinde hasat edilen makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin P içeriğine (mg/kg) ilişkin ortalamalar

Table 8. Means of P content (mg/kg) of durum wheat and triticale varieties harvested during different nitrogen fertilizer application and development stages

Çeşitler	1. Hasat			2. Hasat		
	NP33	Dinitroso	Ort.	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	290.47AB	<b>275.79 B</b>	<b>283.13</b>	369.60 A	<b>428.29 A</b>	398.94
Kızıltan-91	<b>309.87 A</b>	315.77 A	<b>312.82</b>	<b>380.22 A</b>	418.20 A	<b>399.21</b>
Ümran Hanım	<b>261.64 C</b>	<b>333.46 A</b>	297.55	<b>321.49 B</b>	376.95 B	349.22
Karma-2000	284.53BC	311.89 A	298.21	343.73 B	<b>302.68 C</b>	<b>323.21</b>
<b>Ort.</b>	286.63	<b>309.23</b>		353.76	<b>381.53</b>	
<b>LSD(çeşitxgübrexhasat)</b>	23.24					
<b>CV(%)</b>	4.04					

\*Aynı sütunda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 9. Buğday ve tritikale çeşitlerinin P içeriğine (mg/kg) ilişkin çeşit x hasat etkilerine ait ortalamalar

Table 9. Averages of variety x harvest interaction belong to the P content (mg / kg) of wheat and triticale varieties

Çeşitler	1. Hasat	2. Hasat
Çeşit-1252	<b>283.13 B</b>	398.94 A
Kızıltan-91	<b>312.82 A</b>	<b>399.21 A</b>
Ümran Hanım	297.55 AB	349.22 B
Karma-2000	298.21 AB	<b>323.21 C</b>
<b>Ort.</b>	297.93 b	<b>367.65 a</b>
<b>LSD (Hasat)</b>	8.22; <b>LSD (çeşit x hasat)</b> 16.44	

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 10. Buğday ve tritikale çeşitlerinin P içeriğine (mg/kg) ilişkin çeşit x gübre etkilerine ait ortalamalar

Table 10. Means of variety x fertilizer interaction belong to P content (mg/kg) of wheat and triticale varieties

Çeşitler	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	330.03 AB	352.04 A	341.04 b
Kızıltan-91	<b>345.05 A</b>	<b>366.98 A</b>	<b>356.02 a</b>
Ümran Hanım	<b>291.56 C</b>	355.21 A	323.39 c
Karma-2000	314.13 B	<b>307.29 B</b>	<b>310.71 c</b>
<b>Ort.</b>	320.19 b	<b>345.38 a</b>	
<b>LSD (gübre)</b>	8.13; <b>LSD (çeşit x gübre)</b> 16.26; <b>LSD (çeşit)</b> 13.85		

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Farklı araştırmalarda tritikale tanesinde fosfor içeriği, buğday ve çavdardan (tritikalede 4.5 g/kg, çavdarda 4.1 g/kg, buğdayda 3.8 g/kg) daha fazladır (Varughese et al., 1987). Diğer taraftan P değerlerinin tritikalede çeşitlere göre farklılık gösterdiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Akgün ve Altındal, 2015; Pena, 2004; Myer and Lozano, 2004). Yine tritikalede P içeriği 123-517 mg/kg Akgün ve Altındal, (2015) ve 366-408 mg Mut ve Köse, (2018), arasında değiştiği rapor edilmiştir. Akgün ve Altındal, (2015) tarafından yapılan çalışmada olum döneminin ilerlemesine bağlı olarak tanenin fosfor içeriği artmış (hamur olum döneminde 226 mg/kg, tam olum döneminde ise 340 mg/kg P) ve hasat dönemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Farklı buğday türlerinde (Siyez, ekmeçlik, makarnalık) tanedeki fosfor içeriğinin araştırıldığı çalışmada, makarnalık buğdayda fosfor içeriği 372 mg olarak bildirilmiştir (Anonim, 2016). İki makarnalık buğday kullanarak yapılan bir çalışmada, P içeriğinin olgunlaşmaya bağlı azaldığı belirlenmiştir. Çeşitlere göre P içeriği 350-479 mg/100 g arasında değişmiştir (Özboy et al., 2001). Ancak yaptığımız çalışmada ilerleyen hasat dönemleri ile P içeriğinin arttığı belirlenmiş ve çeşitlerin P içeriği 310.71-356.02 mg/kg arasında bulunmuştur.

Sonuç olarak tritikale çeşitlerinde fosfor içeriği daha düşük bulunmuştur. Yine yavaş salınımlı gübre uygulaması tanedeki fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

### 3.4. Potasyum (K)

Farklı gelişme döneminde makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin K (%) içeriğine çeşit, gübre, hasat, çeşit x hasat, gübre x hasat ve çeşit x gübre x hasat etkisinin etkisi önemli ( $P \leq 0.01$ ), çeşit x gübre etkisini ise ( $P \leq 0.05$ ) seviyesinde önemli bulunmuştur.

İlk hasat döneminde her iki gübre uygulamasında da en yüksek K oranı Ümran Hanım çeşidinden, en düşük K oranı ise Çeşit-1252 çeşidinden elde edilmiştir. İkinci hasat döneminde her iki gübre uygulamasında da en yüksek K oranı Kızıltan-91 çeşidinden elde edilirken, en düşük K oranı Çeşit-1252 belirlenmiştir. Her iki hasat döneminde de Dinitroso gübrelemesi yapılan parsellerde en yüksek K oranına ulaşılmıştır. Ancak birinci hasat döneminde farklı gübre kaynakları arasındaki fark önemli bulunmamıştır (Çizelge 11).

Çizelge 11. Farklı azotlu gübre uygulaması ve gelişme dönemlerinde hasat edilen makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin K oranına (%) ilişkin ortalamalar

Table 11. Means of K rate (%) of durum wheat and triticale varieties harvested during different nitrogen fertilizer application and development stages

Çeşitler	1. Hasat			2. Hasat		
	NP33	Dinitroso	Ort.	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	<b>0.396 C</b>	<b>0.395 C</b>	<b>0.396</b>	<b>0.381 C</b>	<b>0.400 B</b>	<b>0.391</b>
Kızıltan-91	0.424 B	0.405 C	0.414	<b>0.440 A</b>	<b>0.485 A</b>	<b>0.462</b>
Ümran Hanım	<b>0.446 A</b>	<b>0.475 A</b>	<b>0.460</b>	0.388 C	0.407 B	0.397
Karma-2000	0.445 A	0.457 B	0.451	0.417 B	0.402 B	0.410
<b>Ort.</b>	0.428 a	<b>0.433 a</b>		0.406 b	<b>0.424 a</b>	
<b>LSD (gübre x hasat)</b>	0.006; <b>LSD (çeşit x gübre x hasat)</b> 0.012					
<b>CV (%)</b>	1.59					

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 12. Buğday ve tritikale çeşitlerinin K oranına (%) ilişkin çeşit x hasat etkisine ait ortalamalar

Table 12. Means of variety x harvest interaction belong to the K rate (%) of wheat and triticale varieties

Çeşitler	1. Hasat	2. Hasat
Çeşit-1252	<b>0.396 D</b>	<b>0.391 C</b>
Kızıltan-91	0.414 C	<b>0.462 A</b>
Ümran Hanım	<b>0.460 A</b>	0.397 C
Karma-2000	0.451 B	0.410 B
<b>Ort.</b>	<b>0.430 a</b>	0.415 b
<b>LSD (hasat)</b>	0.004; <b>LSD (çeşitxhasat)</b> 0.008	

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 13. Buğday ve tritikale çeşitlerinin K oranına (%) ilişkin çeşit x gübre etkisine ait ortalamalar

Table 13. Means of variety x fertilizer interaction belong to K rate (%) of wheat and triticale varieties

Çeşitler	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	<b>0.388 C</b>	<b>0.398 C</b>	<b>0.393 c</b>
Kızıltan-91	<b>0.432 A</b>	<b>0.445 A</b>	<b>0.438 a</b>
Ümran Hanım	0.417 B	0.441 A	0.429 b
Karma-2000	0.431 A	0.430 B	0.431 b
<b>Ort.</b>	0.417 b	<b>0.428 a</b>	
<b>LSD (gübre)</b>	<b>0.005; LSD (çeşitxgübre)</b> 0.010; <b>LSD (çeşit)</b> 0.007		

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

İlk hasat döneminde her iki gübre uygulamasında da en yüksek K oranı Ümran Hanım çeşidinden, en düşük K oranı ise Çeşit-1252 çeşidinden elde edilmiştir. İkinci hasat döneminde her iki gübre uygulamasında da en yüksek K oranı Kızıltan-91 çeşidinden elde edilirken, en düşük K oranı Çeşit-1252 belirlenmiştir. Her iki hasat döneminde de Dinitroso gübrelemesi yapılan parsellerde en yüksek K oranına ulaşılmıştır. Ancak birinci hasat döneminde farklı gübre kaynakları arasındaki fark önemli bulunmamıştır (Çizelge 11). Hasat dönemleri arasındaki genel ortalama incelendiğinde, ilk hasat döneminde çeşitlerin K oranı % 0.396-0.460, ikinci hasat döneminde ise % 0.391-0.462 arasında değişmiştir (Çizelge 12).

Gübre x çeşit etkisi incelendiğinde, her iki gübre uygulamasında da en yüksek K oranı Kızıltan-91 çeşidinden elde edilirken, en düşük K oranı ise Çeşit-1252 çeşidinde bulunmuştur. Yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulaması yapılan parsellerde daha yüksek K oranı (% 0.428) elde edilmiştir. En yüksek ve en düşük değerlerin makarnalık buğday çeşitlerinde elde edilmesi, diğer faktörlerin yanında K alımında genotipin etkili olduğunu göstermektedir (Çizelge 13).

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; tritikale genotiplerinde K oranının % 1.15-2.04 Akgün ve Altındal, (2015) ve % 0.525-0.668 Mut ve Köse, (2018) arasında değiştiği bildirilmiştir. Tritikalede K oranının hamur olum döneminde % 1.47, tam olum döneminde ise % 0.23 K oranı saptanmıştır (Akgün ve Altındal, 2015). Yine tritikalede başaklanma döneminde genotiplerin K oranları %1.125-2.638, süt olum döneminde ise % 0.998-1.784 arasında değiştiği belirlenmiştir (Mut et al., 2006). Makarnalık buğdayda mineral besin içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada, potasyum oranının tane olgunlaşmasına bağlı olarak azaldığı, çeşitlere göre K içeriği 369-435 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Ozkaya et al., 1999). Makarnalık buğday K içeriği 370 mg olarak bildirilmiştir (Anonim, 2016).

Sonuç olarak, tritikale çeşitlerinde firik amacıyla yapılacak erken hasatta K oranı makarnalık çeşitlerden daha fazla bulunmuştur. Yine yavaş salımlı gübre uygulaması tanedeki K içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

### 3.5. Magnezyum (Mg)

Farklı gelişme döneminde makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Mg oranına çeşit, gübre, hasat, çeşit x hasat ve çeşit x gübre x hasat etkisinin etkisi önemli ( $P \leq 0.01$ ), çeşit x gübre etkisi ise ( $P \leq 0.05$ ) seviyesinde önemli bulunmuştur.

İlk hasat döneminde NP33 gübrelemesinde Mg içeriği çeşitlere göre % 0.086-0.097 arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Dinitroso gübre uygulamasında ise en yüksek Mg oranı Karma-2000 çeşidinde elde edilmiş ve makarnalık buğday çeşitleri ile arasında önemli farklılık belirlenmiştir. Her iki gübre uygulamasında da en düşük Mg oranı Çeşit-1252 çeşidinde saptanmıştır. Diğer taraftan ikinci hasat döneminde her iki gübre uygulamasında en yüksek Mg oranı Çeşit-1252 çeşidinde bulunmuştur. Genel olarak Dinitroso gübrelemesi yapılan parsellerde en yüksek Mg oranı elde edilmiştir. Ancak gübre x hasat etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 14 ve 15).

Hasat dönemleri arasındaki genel ortalama incelendiğinde ikinci hasat döneminde, ilk hasat dönemine göre daha yüksek Mg oranı elde edilmiştir (Çizelge 15). NP33 uygulamasında en yüksek Mg oranı Ümran Hanım çeşidinden elde edilmiş ve en düşük Mg oranının belirlendiği Kızıltan-91 çeşidi hariç diğer çeşitler ile arasındaki fark önemli olmamıştır. Yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulamasında en yüksek Mg oranı Çeşit-1252 çeşidinde, en düşük Mg oranı ise Kızıltan-91 çeşidinde belirlenmiştir. Gübre uygulamaları kendi aralarında karşılaştırılacak olursa yavaş salımlı azotlu gübre (Dinitroso) uygulaması yapılan parsellerde daha yüksek Mg oranı elde edilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek Mg oranı ise Çeşit-1252 çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 16).

**Çizelge 14.** Farklı azotlu gübre uygulaması ve gelişme dönemlerinde hasat edilen makarnalık buğday ve tritikale çeşitlerinin Mg oranına (%) ilişkin ortalamalar

**Table 14.** Means of Mg rate (%) of durum wheat and triticale varieties harvested during different nitrogen fertilizer application and development stages

Çeşitler	1. Hasat			2. Hasat		
	NP33	Dinitroso	Ort.	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	<b>0.086 A</b>	<b>0.088 B</b>	<b>0.087</b>	<b>0.150 A</b>	<b>0.188 A</b>	<b>0.169</b>
Kızıltan-91	<b>0.097 A</b>	0.092 B	0.094	<b>0.115 B</b>	0.135 C	<b>0.125</b>
Ümran Hanım	0.092 A	0.107 A	0.100	0.146 A	0.148 B	0.147
Karma-2000	0.096 A	<b>0.108 A</b>	<b>0.102</b>	0.140 A	<b>0.132 C</b>	0.136
<b>Ort.</b>	0.093	<b>0.099</b>		0.138	<b>0.151</b>	
<b>LSD(çeşitxgübrexhasat)</b>	0.011					
<b>CV(%)</b>	5.49					

\*Aynı sütunda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

**Çizelge 15.** Buğday ve tritikale çeşitlerinin Mg oranına (%) ilişkin çeşit x hasat etkisine ait ortalamalar

**Table 15.** Means of variety x harvest interaction belong to the Mg rate (%) of wheat and triticale varieties



Çeşitler	1. Hasat	2. Hasat
Çeşit-1252	<b>0.087 B</b>	<b>0.169 A</b>
Kızıltan-91	0.094 AB	<b>0.125 D</b>
Ümran Hanım	0.100 A	0.147 B
Karma-2000	<b>0.102 A</b>	0.136 C
<b>Ort.</b>	0.096 b	<b>0.144 a</b>
<b>LSD<sub>(hasat)</sub></b>	0.004; <b>LSD<sub>(çeşitxhasat)</sub></b> 0.008	

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 16. Buğday ve tritikale çeşitlerinin Mg oranına (%) ilişkin çeşit x gübre interaksyonuna ait ortalamalar  
Table 16. Means of variety x fertilizer interaction belong to the Mg rate (%) of wheat and triticale varieties

Çeşitler	NP33	Dinitroso	Ort.
Çeşit-1252	0.118 A	<b>0.138 A</b>	<b>0.128 a</b>
Kızıltan-91	<b>0.106 B</b>	<b>0.113 C</b>	<b>0.110 c</b>
Ümran Hanım	<b>0.119 A</b>	0.127 B	0.123 ab
Karma-2000	0.118 A	0.120 C	0.119 b
<b>Ort.</b>	0.115 b	<b>0.125 a</b>	
<b>LSD<sub>(gübre)</sub></b>	0.003; <b>LSD<sub>(çeşitxgübre)</sub></b> 0.007; <b>LSD<sub>(çeşit)</sub></b> 0.005		

\*Aynı sütunda ve satırda aynı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Bu konuda yapılan bir çalışmada, farklı tahıl genotiplerinin Mg oranı başaklanma döneminde % 0.064-0.124, süt olum döneminde ise % 0.074-0.100 arasında değişmiştir (Mut et al., 2006). Mut ve Köse, (2018), tritikalede Mg oranının % 0.129-0.150 arasında değiştiğini bildirmiştir. Akçura vd., (2012) tarafından yapılan çalışmada, yerel ekmeçlik buğday hatları tanedeki besin elementleri içeriği yönünden, tescilli ekmeçlik buğday çeşitleri ile karşılaştırılmıştır. Yerel hatların Mg içerikleri 1008.8-1620.0 mg/kg, tescilli çeşitlerin ise 1083.3-1625.4 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir.

Farklı bölgelerden toplanan firik örneklerinin mineral içeriğinde, yüksek miktarlarda Mg ve Ca belirlenmiştir (Bird, and Mular, 2003). İki makarnalık buğday kullanarak yapılan bir çalışmada, Mg içeriğinin ilerleyen olgunlaşma aşamaları ile azaldığı belirlenmiştir. Çeşitlere göre Mg içeriği 169-202 mg/kg arasında değişmiştir (Ozkaya et al., 1999). Diğer taraftan yaptığımız çalışmada olgunlaşmanın artması ile Mg içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 15).

Sonuç olarak, firik amacıyla hem makarnalık hem de tritikale çeşitlerinde erken hasatta Mg oranının daha düşük olduğu, ancak yavaş salımlı gübrelerin tanedeki Mg oranını arttırdığı belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Bağıışıklık sistemi, fiziksel, zihinsel gelişim ve algılama gelişiminin yanı sıra hücre gelişimi ve hücrelerin

yenilenmesi gibi kaliteli ve sağlıklı bir yaşam sürmeyi sağlayan mineraller, insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada bazı minerallerin (Fe, Zn, P, K ve Mg) farklı hasat zamanı ve gübrelemeler ile tanedeki değişimi belirlenmiştir. Genel olarak yavaş salımlı gübre uygulamasının bu besin elementleri üzerinde artırıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmada Fe, P, K ve Mg içeriği çeşide ve gübre uygulamasına, Zn ise çeşide bağlı olarak önemli değişim göstermiştir. Erken hasat döneminde Ümran Hanım tritikale çeşidinde demir içeriği, buğday çeşitlerinden daha fazla bulunmuştur. Çinko içeriği tohum olgunlaşmasına bağlı olarak hem tritikalede hem de makarnalık buğday çeşitlerinde artmıştır. Tritikale çeşitlerinde, fosfor içeriği daha düşük, K oranı ise daha fazla bulunmuştur.

Sonuç olarak; mineral besin elementi içeriği değerleri yönünden incelendiğinde, farklı bir kullanım amacı olan tritikalenin erken hasat edilerek, firik amacıyla kullanılabilceği düşünülmektedir. Erken hasat döneminde hem tritikalede hem de makarnalık buğdayda tane veriminde meydana gelecek azalma, daha yüksek fiyat alımı ile kapatılabilir.

#### 5. Teşekkür

2019 YL-0034 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine teşekkür ederim.

Not: Bu çalışma Esra ÖZBEK`in yüksek lisans tezinden alınmıştır.

#### 6. Kaynaklar

- Akçura, M., Hocaoglu, O., Kılıç, H. ve Kökten, K. (2012). Karadeniz Bölgesine Ait Yerel Ekmeçlik Buğday Hatlarının Tanedeki Besin Elementleri İçerikleri Yönünden Tescilli Ekmeçlik Buğday Çeşitleri ile Karşılaştırılması. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, 10-13/Eylül, Konya, s:53-60.
- Akgün, İ., and Altındal, D. (2015). Determination of macro and micro nutrient concentrations at different growth stages in triticale cultivar/lines. *Int. J. Science and Knowledge*, 4(1), 3-10.
- Andriollo-Sanchez, M., Hininger-Favier, I., Meunier, N., Toti, E., Zaccaria, M., Brandolini-Bunlon, M., Polito, A., O'Connor, J.M., Ferry, M., Coudray, C. and Roussel, A.M. (2005). Zinc intake and status in middle-aged and older European subjects: the ZENITH study. *European journal of clinical nutrition*, 59(2), 37-41. doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602296.
- Anonim, (2014). Agri Stat. <http://tarimsalistatistik.com/tr-TR/Sayfa/bugday-yetistiriciligi> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)
- Anonim, (2016). Buğdayların Özellik Açısından Karşılaştırılması. T.C Kastamonu Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. <https://kastamonu.tarim.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 10.5.2018)
- Aydın, M. (1993). Makarnalık Buğdaylarda Su Tüketimi-Verim İlişkisi. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu. 30 Kasım – 3 Aralık, Ankara, s: 507-513.
- Balint, A. F., Kovacs, G., Erdei, L., and Sutka, J. (2001). Comparison of the Cu, Zn, Fe, Ca and Mg contents of the grains of wild, ancient and cultivated wheat species. *Cereal Research Communications*, 29(3-4), 375-382. doi.org/10.1007/BF03543684.
- Bird, A.R. and Mular, M. (2003). Product Analysis: Green Wheat Freekeh. CSIRO Health Sciences and Nutrition, Product Analysis Report, (p. 4).
- Boyacıoğlu, H. (2004). Durum For More Than Pasta World Grain, May 1, 2p.
- Çakmak, I., Kalaycı, M., Kaya, Y., Torun, A. A., Aydın, N., Wang, Y., Arisoy, Z., Erdem, H., Gökmen, O., Öztürk, L. and Horst, W. J. (2010). Biofortification and Localization of Zinc in Wheat Grain. *J Agric Food Chem*, 58, 9092- 9102.

- Çakmak, I., Özkan, H., Braun, H.J., Welch, R.M. and Romheld, V. (2000). Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16), 9092-9102. doi.org/10.1021/jf101197h.
- Çiftçi, A.E. ve Doğan, R. (2013). Azotlu gübre dozlarının Gediz-75 ve Flamura-85 buğday çeşitlerinde verim ve kaliteye etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19(1), 1-11.
- D'Edigio, M.G. and Cecchini, C. (1998). Immature Wheat Grains as Functional Foods. *Italian Food and Beverage Technology*, 14: 34.
- Erdal, I., Yılmaz, A., Taban, S., Eker, S., Torun, B., and Cakmak, I. (2002). Phytic acid and phosphorus concentrations in seeds of wheat cultivars grown with and without zinc fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 25(1), 113-127. doi.org/10.1081/PLN-100108784.
- Erenoglu, E. B., Kutman, U. B., Ceylan, Y., Yıldız, B., and Cakmak, I. (2011). Improved nitrogen nutrition enhances root uptake, root-to-shoot translocation and remobilization of zinc (<sup>65</sup>Zn) in wheat. *New Phytologist*, 189(2), 438-448. doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03488.x.
- FAO, (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat Agriculture. (Erişim Tarihi: 26.02.2020) <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (Erişim Tarihi: 26.02.2020)
- Garnett, T. P., and Graham, R. D. (2005). Distribution and remobilization of iron and copper in wheat. *Annals of botany*, 95(5), 817-826. doi.org/10.1093/aob/mci085.
- Garvin, D. F., Welch, R. M., and Finley, J. W. (2006). Historical shifts in the seed mineral micronutrient concentration of US hard red winter wheat germplasm. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(13), 2213-2220. doi.org/10.1002/jsfa.2601.
- Humphries, J. M., and Khachik, F. (2003). Distribution of lutein, zeaxanthin, and related geometrical isomers in fruit, vegetables, wheat, and pasta products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1322-1327. doi.org/10.1021/jf026073e.
- Kacar, B. ve Inal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel No:1241, Ankara.
- Kınacı, E. (1993). Cumhuriyetten Bugüne Makarnalık Buğday Araştırmaları ve Gelişmeler. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu. 30 Kasım-3 Aralık, Ankara, s:49-55.
- Kochetova, A., Levitskii, A. and Federova, T. (1987). Triticale. *Nutr. Abst.* 57(3), 936 p.124.
- Kutman, U. B., Yıldız, B., and Cakmak, I. (2011). Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentrations both in the whole grain and the endosperm fraction of wheat. *Journal of Cereal Science*, 53(1), 118-125.
- Kutman, U.B. (2010b). Roles of Nitrogen and Zinc Nutrient in Biofortification of Wheat Grain. (PhD Thesis, Sabanci University.)
- Kutman, U.B., Yıldız, B., Öztürk, L. and Çakmak, İ. (2010a). Biofortification of Durum Wheat with Zinc through Soil and Foliar Applications of Nitrogen. *Cereal Chemistry*, 87(1), 1-9. doi.org/10.1016/j.jcs.2010.10.006.
- Marschner, H. (1993). Zinc Uptake from Soils. In *Zinc In Soils And Plants*. Springer. doi.org/10.1007/978-94-011-0878-2\_5.
- Mohammed, K. A. (1994). The Effect of Foliage Spray of Wheat yawith Zn, Cu, Fe and Urea on Yield, Water Use Efficiency and Nutrients Uptake at Different Levels of Soil Salinity. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 25(3),179-189.
- Morgounov, A., Gomez-Becerra, H.F., Abugalieva, A., Dzhunusova, M., Yessimbekova, M., Muminjanov, H., Zelenskiy, Y., Öztürk, L. and Çakmak, İ. (2007). Iron and zinc Grain Density in Common Wheat Grown in Central Asia. *Euphytica*, 155, 193-203. doi.org/10.1007/s10681-006-9321-2.
- Mukherjee, A., Sinha, I. and Das, R. (2015). Application of Nanotechnology in Agriculture: Future Prospects. *Outstanding Young Chemical Engineers (OYCE) Conference*, March 13-14, DJ Sanghvi College of Engineering, Mumbai, India.
- Mut, Z., ve Köse, Ö. D. E. (2018). Triticale genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 47. doi: 10.7161/omuanajas.336108.
- Mut, Z., Ayan, I. ve Mut, H. (2006). Evaluation of forage yield and quality at two phenological stages of triticale genotypes and other cereals grown under rainfed conditions. *Bangladesh Journal of Botany*, 35(1), 45-53.
- Myer, R.O. and Lozano, A.J. (2004). Triticale in livestock production. In *Triticale Improvement and Production*, M. Mergoum (Eds.), Rome, Italy: FAO, pp 49-58.
- Özboy, Ö., Özkaya, B., Özkaya, H., and Köksel, H. (2001). Effects of wheat maturation stage and cooking method on dietary fiber and phytic acid contents of firik, a wheat-based local food. *Food/Nahrung*, 45(5), 347-349. doi.org/10.1002/1521-3803(20011001)45:5<347::AID-FOOD347>3.0.CO;2-T.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Erenb, N., Ünsal, A. S., and Köksel, H. (1999). Effects of wheat maturation stage and cooking method on physical and chemical properties of firiks. *Food chemistry*, 66(1), 97-102. doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00249-0.
- Öztürk, L., Erenoglu, B., Kaya, Y., Altıntaş, Z., Haklı, E., Andi, E. ve Yılmaz, Ö. (2011). Çinko'nun Buğday Tanesine Tasınmasını Etkileyen Fizyolojik Mekanizmaların Araştırılması, Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 108T436.
- Peleg, Z., Saranga, Y., Yazici, A., Fahima, T., Ozturk, L., and Cakmak, I. (2008). Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. *Plant and Soil*, 306(1-2), 57-67. doi.org/10.1007/s11104-007-9417-z.
- Pena, R.J. (2004). Food uses of triticale. In: Mergoum, M. and Go'mez-Macpherson H. (eds.). *Triticale Improvement and Production*. FAO, Plant Production and Protection Paper No. 179. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. pp. 37-48.
- Sezen, Y. (1991). Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi yayınları No:679. Ziraat Fakültesi Yay. No:3003, Ders Kitapları Seri No: 55, Erzurum.
- Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Römheld, V., and Zou, C. (2010). Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 51(1), 165-170. doi.org/10.1016/j.jcs.2009.11.008.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Kandler, W., and Krska, R. (2012). A comparison of macro-and microelement concentrations in the whole grain of four Triticum species. *Plant, Soil and Environment*, 58(3), 141-147.
- TÜİK, (2019a). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92andlocale=tr>. (Erişim Tarihi: 26.02.2020)
- TÜİK, (2019b). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92andlocale=tr>. (Erişim Tarihi: 26.02.2020)
- Vallega, V. (1996). The quality of Triticum monococcum L. in perspective. Pages 129-146 in: Hulled Wheats. S. Padulosi, K. Hammer, and J. Heller, eds. IPGRI Press, Rome, Italy.
- Varughese, G., Barker, T. and Isaari, E. (1987).Triticale. *CIMMYT*, Mexico. p.32.
- Zhao, F. J., Su, Y. H., Dunham, S. J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P., and Shewry, P. R. (2009). Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of cereal science*, 49(2), 290-295. doi.org/10.1016/j.jcs.2008.11.00



## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

### Örtüaltı Fasulye Üretiminde Üzerinde *Tetranychus urticae* (Koch) Mücadelesinde Avcı Akar *Neoseiulus californicus* (McGregor) ile Bazı Pestisitlerin Kullanımı

Eda ÖNEL<sup>1\*</sup>, Recep AY<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü – Isparta-Türkiye

\*Sorumlu yazar: recepay@isparta.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 06/08/2020

Kabul tarihi: 25/10/2020

**Anahtar Kelimeler:** *Biyolojik Mücadele, Entegre Zararlı Yönetimi, Neoseiulus californicus, Tetranychus urticae*

#### ÖZET

Bu çalışmada, örtüaltı fasulye üretiminde *Tetranychus urticae* ile mücadelede de avcı akar *Neoseiulus californicus* (NC)'un bazı pestisitler ile birlikte ve ayrı ayrı kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada özellikle örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan ve Entegre Zararlı Yönetimi programları içerisinde öncelik verilen bir biyopestisit olan azadirachtin (Az) ve insektisit-akarisit özelliğe sahip olan spiromesifen (Sp) kullanılmıştır. Seçilen pestisitlerin ve NC' nin *T. urticae*'ye etkilerinin belirlenmesi amacıyla 200 m<sup>2</sup> lik bir serada 1 m<sup>2</sup> lik parsellere fasulye ekilmiş ve çalışma tesadüf parseli denem desenine göre Az, Az+NC, Sp, Sp+NC, NC ve kontrol olmak üzere 6 karakterli ve 3 tekrürlü olarak yürütülmüştür. Her uygulama için akar sayımları 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerde canlı nimf, ergin ve yumurta üzerinden yapılmıştır. Sonuç olarak; Sp ve Sp+NC kombinasyonu uygulanan parsellerde *T. urticae* popülasyonunun ekonomik zarar eşiği altında kaldığı belirlenmiştir.

### Using Some Pesticides and Predatory Mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) To Control *Tetranychus urticae* (Koch) On Bean Plant Under Greenhouse Conditions

#### ARTICLE INFO

Received: 06/08/2020

Accepted: 25/10/2020

**Keywords:** *Biological Control, Integrated Pest Management, Neoseiulus californicus, Tetranychus urticae*

#### ABSTRACT

In this study, the use of predator mite *Neoseiulus californicus* (NC) together with some pesticides and separately in the control of *Tetranychus urticae* on bean in greenhouse was investigated. For this purpose, azadirachtin (Az), a biopesticide that is used extensively in greenhouse vegetable cultivation and prioritized in Integrated Pest Management programs, and spiromesifen (Sp), which has insecticide-acaricide properties, were used. In order to determine the effects of selected pesticides and NC on *T. urticae*, beans were planted in 1 m<sup>2</sup> parcels in a 200 m<sup>2</sup> greenhouse and the study was carried out according to randomized parcel design with 3 repeats, and 6 characters as Az, Az+NC Sp, Sp+NC, NC and control. Two spotted spider mites were counted 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. days as live nymphs, egg and adult. In conclusion, *T. urticae* populations were successfully suppressed according to the control trials which are established only Sp and Sp+NC combination.

#### 1. Giriş

Kırmızı örümcekler meyve bahçelerinde, sebzelerde, süs bitkilerinde ve seralarda görülen en önemli zararlılar arasında yer almaktadır (Kılınçer vd., 1990; Sökeli vd., 2007). Kırmızı örümcekler önce yaprağın alt yüzeyinde sonra da her tarafında ağ öreerek bu yapı içerisinde ergin, larva, nimf ve yumurta dönemleri bir arada görülebilecek şekilde yaşarlar. Konukçusu olduğu bitkinin yaprak özsuynunu emerek konukçuya zarar verirler ve bunun sonucunda bitkinin klorofil miktarı %20-40 oranında azalır, yapraklar kıvrılır ve dökülür (Anonim, 2008a).

Hem sera hem de açık alanda yetiştiriciliği yapılan kültür bitkileri üzerindeki en önemli zararlı akarlardan birisi iki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)' dir (Kasap, 2002). *T. urticae* kısa zamanda, yüksek oranda çoğalma kapasitesi nedeniyle önemli verim kayıplarına neden olmaktadır ve bu durum

beraberinde mücadele etmek için daha fazla ilaç kullanımını gerektirmektedir (Akyazı ve Ecevit, 2006). Uygulanan yoğun ilaçlama programları ise kısa sürede ve çok sayıda döl verme özelliğinde olan bu zararlı türlerinde direnç gelişimine yol açmakta ve kırmızı örümceklerle mücadelede biyolojik mücadelenin önemi bir kat daha artmaktadır (Ünal ve Kılınçer, 1990). Kırmızı örümceklerin bu alanlarda kontrol altında tutulmasında en önemli etken ise avcı akarlardır. Bu avcılar içerisinde en önemli grup ise Acari takımına bağlı Phytoseiidae familyası üyeleridir (McMurtry ve Croft, 1997). Bu familyada 2300'den fazla tür bulunmasının yanında *Phytoseilus* spp., *Typlodromus* spp., *Neoseiulus* (= *Amblyseilus*) spp., yüksek etkinlikleri ile iyi birer biyolojik mücadele etmeni olarak tanımlanmışlardır (Tos vd., 2001, Tixier vd., 2016). Avcı akarlar, zararlı akarlardan daha kısa gelişme süresine sahip olmaları, larva, nimf ve ergin dönemleri boyunca aktif olarak beslenmeleri ve çok

geniş yaşama alanlarında bulunmaları nedeni ile biyolojik mücadelede kullanılmaktadırlar (Kurubal ve Ay, 2015).

Entegre mücadele çalışmalarında amaç kültür bitkilerine zarar veren böcekleri doğadaki biyolojik dengeyi sağlayarak ekonomik zarar eşiği altında tutmaktır. Ancak bugün kullanılan insektisitlerin çoğunun sadece zararlı böcekleri ve akarları değil aynı zamanda yararlı böcekleri ve akarları da öldürmesi nedeniyle entegre savaşta seçici ya da selektif dediğimiz insektisitlerin/akarisitlerin kullanılması gereklidir (Kurubal ve Ay, 2015). Bu çalışmada entegre mücadele çalışmaları kapsamında faydalı akar *N. californicus* ve bazı seçici pestisitlerin birlikte ve ayrı ayrı kullanıldığında *T. urticae*' ye etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmalar 2014-2015 ve 2017-2018 sezonunda Antalya ili Korkuteli ilçesi Çaykenarı Mahallesi' nde kurulan 200 m<sup>2</sup>' lik plastik serada yapılmıştır. İki sezonda da fasulye tohumları kullanılmıştır. Fasulyeler 90' lık viyollerde hazır bahçe torfuna ekilerek çimlendirilmiştir. Çimlenen tohumlar yeterli büyüklüğe ulaştıca fide olarak seraya şaşırtılmıştır. Çalışmada kullanılan *Neoseiulus californicus* bireyleri Isparta Uygulamalı Bilimler (Süleyman Demirel) Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümündeki iklim kabininde ilaçsız ortamda üretilen popülasyondan sağlanmıştır. Çalışmada Azadirachtin 0,3g/l etkili madde içeren Nimbecidine EC, 500 ml/100 L su uygulama dozunda ve Spiromesifen 240g/l etkili madde içeren Oberon SC, 50 ml/100 L uygulama dozunda kullanılmıştır. Yapılan çalışma 6 karakterli ve 3 tekerrürlü olacak şekilde planlanmıştır. Çalışma süresince sera içerisinde diğer zararlı ve hastalıklara karşı bir uygulama yapma gereksinimi olmamıştır.

Çalışmada karakterler AZ, AZ+NC, Sp, Sp+NC, NC ve kontrol şeklinde olmuştur. Karakterler parsellere tesadüf parselleri deneme desenine göre dağıtılmıştır. Her parsel 10 adet sırtık fasulye bitkisi bulunan 1 m<sup>2</sup>' lik bir alanda oluşturulmuştur. Bu parseller örtüaltı alanında, seranın kenar ve uç kısımlarından 1 metre, birbirleri arasında 3 metre boşluk kalacak şekilde 2 bant olarak oluşturulmuştur. Deneme bantlarında yer alan deneme parselleri birbirlerine ilaç ve avcı akar bulaşmasını engellemek amacıyla kendi aralarında 1 metre emniyet şeridi olacak şekilde kurulmuştur. Her iki serada da tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı iki sefer de deneme parsellerine *Tetranychus urticae* bulaşması doğal olarak gerçekleşmiştir. Ekonomik zarar eşiği fasulyede yaprak başına 3 adet canlı kırmızı örümcek (Anonim, 2008b) olduğu için uygulamalara bu eşiğe ulaşıldığında başlanmıştır. Deneme parsellerine ilaç uygulaması yapıldıktan 24 saat sonra m<sup>2</sup>' ye 10 adet *Neoseiulus californicus* ergini gelecek şekilde bitki üzerine bırakılmıştır.

Uygulamalardan sonra 1., 3., 5., 7.,14., 21. ve 28. günlerde sayımlar yapılmıştır (Anonim, 2020). Sayım yapılırken

örnek toplanacak her parselden 10' ar adet yaprak alınmıştır ve her uygulama için toplam 30'ar yaprak alınmıştır. Yapraklar rastgele seçilen bitkilerden tamamen tesadüfi olarak farklı noktalarından toplanmıştır. Parsellerden toplanan örnekler birbiriyle karışmaması için farklı poşetlere üzerinde uygulama karakterinin adı yazılarak koyulmuş ve çalışma odasına götürülerek sayımları yapılmıştır. Yapraklardaki *T. urticae* ve NC bireylerinin sayımları akar fırçalama makinesi ile fırçalanarak yapılmıştır. Bu amaçla cam disklerin üzeri bir lamel parçası ile ince bir vazelin tabakasıyla kaplandıktan sonra fırçalama aletinin altına yerleştirilmiştir. Sayımı yapılacak parselden alınan yaprak örnekleri sırayla fırçalama aletinden geçirilmiştir. Her karakterin sayımında yapılan işlem tekrarlanmıştır. Sonrasında üzeri akarlarla kaplı olan cam disklerde stereo binoküler mikroskop altında birim alan üzerine düşen kırmızı örümcek nimf, ergin ve yumurtaları ile faydalı akar sayımları yapılmıştır. Elde edilen veriler fırçalanan yaprak sayılarına oranlanarak yaprak başına akarların hareketli dönemleri veya yumurtaları olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada elde edilen verilere faktöriyel düzende Tekrarlanan (Repeated Measures) ANOVA varyans analizi tekniği uygulanmıştır. Alt gruplardaki gözlem sayısı altı adettir. Grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde TUKEY testi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

2015 yılında yapılan çalışmada *T. urticae*' nin uygulamalardan sonraki popülasyon değişimi hareketli dönemler (hd) için Çizelge 1'de, yumurta dönemi için Çizelge 2' de verilmiştir. Kontrolde ve uygulamalarda zamana göre hd'lerin popülasyon değişiminde önemli farklılıklar belirlenmiştir (P>0.05). Her zaman diliminde de uygulamalar arasında da önemli farklılıklar bulunmuştur. En son sayım (29. gün) sonuçlarına göre kırmızı örümcek hd sayısı K, NC, Az, Sp, Az+NC ve Sp+NC uygulanan parsellerde sırasıyla 45.33, 22.10, 16.03, 1.87, 25.10, 2.90 hd/yaprak olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre en fazla kırmızı örümcek hd sayısı kontrolde belirlenmiştir ve istatistiki olarak diğerlerinden farklı olmuştur. NC, Az ve Az+NC uygulanan parsellerde hd sayısı ekonomik zarar eşiğini (fasulye için 3 adet kırmızı örümcek/yaprak) geçmiştir ve diğerlerinden farklı bir grup oluşturmuştur. Sp ve Sp+NC uygulanan parsellerde hd sayısı ekonomik zarar eşiği altında kalmıştır ve diğerlerinden istatistiki olarak farklı olmuştur (P<0.05).

Uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde Kontrol, NC, Az, Sp, Az+NC ve Sp+NC uygulamaları için sırasıyla 41.11, 11.43, 11.70, 4.03, 12.36, 4.71 hd/yaprak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre K parselindeki hd sayısı diğerlerinden önemli derecede farklı olmuştur. Az, Sp, NC, Az+NC ve Sp+NC uygulamaları arasında hd sayısı açısından ise önemli bir farklılık görülmemiştir (P<0.05) (Çizelge 1). Kırmızı örümceklerin yumurta sayısında zamana göre bir interaksiyon belirlenmemiştir. Yumurta sayıları genel olarak değerlendirildiğinde ise yaprak başına en fazla yumurta sayısı kontrol grubunda belirlenmiştir ve istatistiksel olarak uygulamalardan farklı olmuştur (P<0.05). Kırmızı örümceklerin yumurta sayıları açısından

uygulamalar arasında bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 2).

2018 yılında yapılan çalışmada *T. urticae*' nin hd sayılarına göre popülasyon değişimi (Çizelge 3)' de verilmiştir. K ve uygulamalarda zamana göre hd' lerin popülasyon değişiminde önemli farklılıklar belirlenmiştir (P>0.05). Her zaman diliminde de uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. En son sayıma (29. gün) göre kırmızı örümcek hd sayıları K, NC, Az, Sp, Az+NC ve Sp+NC uygulanan parsellerde sırasıyla 184.40, 21.67, 48.13, 5.60, 33.07, 2.87 hd/yaprak olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre en fazla hd sayısı K'da belirlenmiştir ve istatistiki olarak diğerlerinden farklı olmuştur. NC, Az ve Az+NC uygulanan parsellerde hd sayısı ekonomik zarar eşiğini geçmiştir ve diğerlerinden farklı bir grup oluşturmuştur. Sp ve Sp+NC uygulanan parsellerde hd sayısı en az olmuştur ve diğerlerinden istatistiksel olarak farklı olmuştur (P<0.05). Ancak iki grup istatistiki olarak aynı grupta olmasına rağmen Sp uygulanan parseldeki kırmızı örümcek hd sayısı ekonomik zarar eşiğini geçtiği, Sp+NC uygulanan parsellerde ise ekonomik zarar eşiğini geçmediği belirlenmiştir. 2018 yılında, uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde yaprak başına en fazla *T. urticae* hd'i K grubunda belirlenmiştir ve istatistiki olarak diğerlerinden farklı olmuştur. Yapılan uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (P<0.05, F:6.85).

2018 yılında da hd' lerin yanında kırmızı örümcek yumurta sayıları da belirlenmiştir yumurta sayıları ve zaman arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur. Kontrolde yumurta sayısı açısından zamana bağlı olarak yumurta sayısında artış olmuştur ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P>0.05). NC, Sp, Az+NC ve Sp+NC uygulanan parsellerde ise yumurta sayısındaki değişim başlangıca göre önemli olmamıştır (P>0.05). Az uygulanan parsellerdeki kırmızı örümcek yumurta sayısındaki değişim önemli bulunmuştur (P<0.05). Uygulamalar arasında da zamana göre önemli farklılıklar belirlenmiştir. En son sayım (29. gün) değerleri incelendiğinde ise en fazla kırmızı örümcek yumurta sayısı kontrol parselinde belirlenmiştir ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı olmuştur. NC, Az ve Az+NC uygulanan parsellerdeki kırmızı örümcek yumurta sayısı ise ikinci grubu oluşturmuştur ve istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. En az kırmızı örümcek yumurtası ise yalnızca Sp ve Sp+NC uygulanan parsellerde belirlenmiştir. 2018 yılında uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde yaprak başına en fazla *T. urticae* yumurta sayısı kontrol grubunda belirlenmiştir ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı olmuştur. Yapılan uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (P<0.05, F:6.82) (Çizelge 4).

Çizelge 1. 2015 yılında uygulamalara göre yaprak başına ortalama hareketli dönem (hd) kırmızı örümcek sayıları\*  
Table 1. Mean number of two-spotted spider motile stages according to the treatment per leaf in 2015 year\*

İlaç Uyg.**	NC Uyg..	14.06	16.06	18.06	20.06	27.06	04.07	11.07	Genel Ortalama
		İlaç:2.G.*** NC 1.G.	İlaç:4.G. NC 3.G.	İlaç:6.G. NC 5.G.	İlaç:8.G. NC 7.G.	İlaç:15.G. NC 14.G.	İlaç:22.G. NC 21.G.	İlaç:29.G. NC 28.G.	
K		8.30±3.90 Ca*	17.90±9.24 Ca	43.77±4.82 Ba	46.70±3.55 Ba	87.37±25.97 Aa	38.43±10.26 Ba	45.33±7.90 Ba	41.11±2.83 A
NC	13.06.15	0.37 Ba	1.77 Bb	4.10 Bc	6.10 Bb	18.67 Ab	26.93 Aab	22.10 Ab	11.43±2.83 B
Az	12.06.15	2.83 Ca	9.23 ABCb	19.27 Ab	12.70 ABCab	5.87 BCcd	16.00 ABbc	16.03 ABb	11.70±2.83 B
Sp	12.06.15	1.97 Aa	7.50 Aab	4.57 Ac	3.57 Ab	2.83 Ad	5.90 Acd	1.87 Ac	4.03±2.83 B
Az+NC	12.06.15	2.37 Ca	2.27 Cb	8.00 BCbc	6.67 BCb	16.03 ABbc	26.10 Ab	25.10 Ab	12.36±2.83 B
Sp+NC	12.06.15	2.65 Aa	8.75 Aab	6.75 Ac	8.40 Ab	1.70 Ad	1.85 Ad	2.90 Ac	4.71±3.46 B

\*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda uygulamalar arası farklılığı göstermektedir, \*\*Uyg.: uygulama, \*\*\*S.: sayım

Çizelge 2. 2015 yılında uygulamalara göre yaprak başına ortalama kırmızı örümcek yumurta sayısı\*  
Table 2. Mean number of two-spotted spider eggs according to the treatment per leaf in 2015 year \*

İlaç Uyg.**	NC Uyg.	14.06	16.06	18.06	20.06	27.06	04.07	11.07	Genel Ortalama
		İlaç:2.G.*** NC 1.G.	İlaç:4.G. NC 3.G.	İlaç:6.G. NC 5.G.	İlaç:8.G. NC 7.G.	İlaç:15.G. NC 14.G.	İlaç:22.G. NC 21.G.	İlaç:29.G. NC 28.G.	
K		21.67	22.87	55.73	41.57	26.13	13.03	26.43	29.63±2.84 A
NC	13.06.15	0.30	0.77	6.53	9.73	8.53	33.07	8.30	9.60±2.84 B
Az	12.06.15	3.63	4.87	10.37	5.83	2.37	10.27	6.53	6.27±2.84 B
Sp	12.06.15	5.00	4.67	7.20	4.23	1.83	5.47	2.33	4.31±2.84 B
Az+NC	12.06.15	6.83	3.63	17.63	8.47	6.20	10.23	22.37	10.77±2.84 B
Sp+NC	12.06.15	0.75	6.75	3.80	12.00	1.65	2.00	5.70	4.67±3.48 B

\*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda uygulamalar arası farklılığı göstermektedir, \*\*Uyg.: uygulama, \*\*\*S.: sayım

Çizelge 3. 2018 yılında uygulamalara göre yaprak başına ortalama hareketli dönem (hd) kırmızı örümcek sayıları\*  
Table 3. Mean number of two-spotted spider mite stages according to the treatment per leaf in 2018 year\*

	İlaç Uyg.**	NC Uyg.	07.07	09.07	11.07	13.07	20.07	27.07	04.08	Genel Ortalama
			İlaç:2.G.** NC 1.G.	İlaç:4.G. NC 3.G.	İlaç:6.G. NC 5.G.	İlaç:8.G. NC 7.G.	İlaç:15.G. NC 14.G.	İlaç:22.G. NC 21.G.	İlaç:29.G. NC 28.G.	
K			9.40 Ca	27.33 Ca	17.87 Ca	34.40 Ca	95.20 Ba	82.00 Ba	184.40 Aa	64.37±8.74 A
NC		06.07.18	6.80 Aa	15.33 Aa	12.80 Aa	22.27 Aab	25.87 Ab	4.67 Ab	21.67 Abc	15.63±8.74 B
Az	05.07.18		2.87 Ba	7.33 Ba	5.20 Ba	14.00 Bab	12.53 Bb	24.73 ABb	48.13 Ab	16.4±8.74 B
Sp	05.07.18		1.07 Aa	4.73 Aa	3.20 Aa	3.07 Ab	0.60 Ab	1.47 Ab	5.60 Ac	2.82±8.74 B
Az+NC	05.07.18	06.07.18	8.80 ABa	5.07 Ba	5.07 Ba	11.40 ABab	14.73 ABb	18.80 ABb	33.07 Ab	13.85±8.74 B
Sp+NC	05.07.18	06.07.18	4.00 Aa	5.20 Aa	2.87 Aa	3.13 Ab	2.80 Ab	1.73 Ab	2.87 Ac	3.23±8.74 B

\*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda uygulamalar arası farklılığı göstermektedir, \*\*Uyg.: uygulama, \*\*\*S.: sayım

Çizelge 4. 2018 yılında uygulamalara göre yaprak başına ortalama kırmızı örümcek yumurta sayısı\*  
Table 4. Mean number of two-spotted spider eggs according to the treatment per leaf in 2018 year\*

	İlaç Uyg.**	NC Uyg.	07.07	09.07	11.07	13.07	20.07	27.07	04.08	Genel Ortalama
			İlaç:2.G.*** NC 1.G.	İlaç:4.G. NC 3.G.	İlaç:6.G. NC 5.G.	İlaç:8.G. NC 7.G.	İlaç:15.G. NC 14.G.	İlaç:22.G. NC 21.G.	İlaç:29.G. NC 28.G.	
K			2.80 Ca	9.80 Ca	6.93 Ca	12.80 Ca	71.20 Ba	54.00 Ba	130.40 Aa	41.13±5.82 A
NC		06.07.18	1.00 Aa	11.27 Aa	2.93 Aa	9.33 Aa	15.67 Ab	1.00 Ab	12.80 Abc	7.71±5.82 B
Az	05.07.18		0.60 Ba	1.87 ABa	2.60 ABa	5.73 ABa	5.33 ABb	6.80 ABb	23.73 Ab	6.67±5.82 B
Sp	05.07.18		0.00 Aa	0.87 Aa	1.27 Aa	0.80 Aa	0.27 Ab	0.53 Ab	1.47 Ac	0.74±5.82 B
Az+NC	05.07.18	06.07.18	2.40 Aa	0.80 Aa	1.67 Aa	5.93 Aa	10.27 Ab	8.00 Ab	22.00 Abc	7.30±5.82 B
Sp+NC	05.07.18	06.07.18	1.27 Aa	1.27 Aa	1.40 Aa	1.07 Aa	0.80 Ab	0.47 Ab	0.73 Ac	0.99±5.82 B

\*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda uygulamalar arası farklılığı göstermektedir, \*\*Uyg.: uygulama, \*\*\*S.: sayım

#### 4. Sonuç

Yaptığımız çalışmalarda uygulamalar arasında genel olarak farklılık görülmemekle birlikte 2015 yılı 29. gün sayımlarına göre uygulamalar arasındaki farklılıklar K, NC, Az, Sp, Az+NC, Sp+NC uygulanan parsellerde hd sayısı sırasıyla 45.33, 22.10, 16.03, 1.87, 25.10, 2.90 hd/yaprak şeklinde olmuştur. Sayım sonuçları NC uygulaması için değerlendirilirse, ilaçlamanın ardından NC salındıktan sonra zararlı popülasyonunda sürekli bir artış olduğu fakat NC salımından sonra 29. gün sayımlarında zararlı popülasyonunun düşüşe geçtiği gözlemlenmiş olup sayımın devam ettirilmesiyle daha farklı bir sonuç alınabileceği düşünülmektedir. Genel ortalama sonuçlara göre uygulamalar arasında bir farklılık olmamasına rağmen K, NC, Az, Az+NC uygulanan parsellerde hd sayısı ekonomik zarar eşiğinin üzerine çıkmıştır. 2018 yılı 29. Gün sayımlarına göre K, NC, Az, Sp, Az+NC, Sp+NC uygulama parsellerinde hd sayısı 184.40, 21.67, 48.13, 5.60, 33.07, 2.87 hd/yaprak şeklinde olmuştur. 2018 yılı içerisinde genel ortalama sonuçlarına göre uygulamalar arasında bir farklılık olmamasına rağmen K, NC, Az, Az+NC uygulanan parsellerde kırmızı örümcek hd sayıları ekonomik zarar eşiğinin üzerine çıkmıştır.

Çalışma yapılan her iki yılın verilerine göre 29. Gün sayımlarında Sp ve Sp+NC uygulamaları *T. urticae*

kontrolünde daha başarılı olup zararlı popülasyonu ekonomik zarar eşiğinin altında kalmıştır.

Bernardi vd. (2013), Çilekte azadirachtin ve azadirachtin'in Phytoseiidae familyasına ait predatör akarlar ile birlikte kullanıldığında *T. urticae* üzerindeki etkileri konusunda yaptıkları çalışmada; Azadirachtin'in 12 g/l formülasyonu ile *N. californicus* ve *Phytoseiulus macropilis* predatör akarları ile birlikte kullanımının *T. urticae* üzerinde etkili olduğu tespit edilmiş ve Brezilya'da bulunan çilek yetiştirilen alanlarda birlikte kullanımları çok iyi sonuçlar vereceği düşünüldüğü için tavsiye edilmiştir.

Çakmak vd. (2007), yapmış olduğu çalışmada *N. californicus*' un *P. persimilis* ile birlikte çilek bitkisinde *T. urticae* üzerinde etkin olduğunu saptamıştır. Başka bir çalışmada *Neoseiulus californicus*' un avcılık kapasitesinin yüksek nemden önemli ölçüde negatif olarak etkilendiği rapor edilmiştir (Döker vd. 2016). Sera koşullarından patlıcan da yapılan bir başka çalışmada da kırmızı örümcek mücadelesinde kullanılan *N. californicus* başarısız bulunmuştur (Kazak vd. 2015). Çeşitli yaprak yapılarının Phytoseiidae familyasına ait avcı akarlar ve biyolojik mücadeleye etkisi konusunda yapılmış çalışmalarda farklı tüycük yoğunluğuna sahip yaprakların Phytoseiid predatörlerinin popülasyonunu ve zararlı akarlar üzerindeki performansını etkilediği belirlenmiştir (Ahn vd.

2010; Schmidt, 2014). Bu çalışmada NC salımının yeterince başarılı olmamasının nedeni fasulye yaprak yapısı ve uygulama yerinin ekolojik koşulları olablabilir.

Sato vd. (2007), *Neoseiulus californicus* ve akarisitlerin çilek yetiştirilen alanlarda *T. urticae* üzerinde kontrolü ile ilgili yaptıkları çalışmada *T. urticae* popülasyonunun yüksek olduğu alanlarda *N. californicus*' un tek başına iyi performans gösteremeyip bitkide iyi dağılım yapamadığı ve kontrollü sera koşullarında özellikle seçici akarisitlerle birlikte salındığında daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Kırmızı örümcekler ülkemizde örtüaltı sebzeçiliğinde önemli zararlılardan birisidir. Bunların kontrolünde avcı akarlar başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre uygulama sonuçlarında elde edilen veriler kontrol ile kıyaslandığında, bütün uygulamalar *T. urticae* popülasyonunu kontrol etmekte başarılı olduğu belirlenmiş olup özellikle *N. californicus* ile yapılan uygulamalarda hem avcının hem de uygulamaların etkinliğinin artırılması için *N. californicus*' un salım zamanının ve salımını yapılan birey sayısının farklı zaman ve sayılarda yapılarak yeniden çalışılmasında fayda vardır.

## 5. Kaynaklar

- Anonim, (2008a). Zirai Mücadele Teknik Talimatlatı Cilt 3 2008. Erişim Tarihi: 22.04.2019  
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Teknik%20tal%C4%B1matlar%202008/C%C4%B0LT%203.pdf>
- Anonim, (2008b). Zirai Mücadele Teknik Talimatlatı Cilt 3 2008. Erişim Tarihi: 22.04.2019  
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Teknik%20tal%C4%B1matlar%202008/C%C4%B0LT%203.pdf>
- Anonim, (2020). Bitki Zararlıları Standart İlaç Deneme Metotları (Sebze Zararlıları). Erişim Tarihi: 22.09.2020  
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Sebze%20Zarar%C4%B1lar%C4%B1%20Standart%20C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf>
- Ahn, J. J., Kim, K. W., and Lee, J. H. (2010). Functional response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry leaves. *Journal of Applied Entomology*, 134(2), 98-104. doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01440.x
- Akyazi, R. ve Ecevit, O. Seralarda kırmızı örümcekler [*Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae)] ile mücadelede predatör akarların kullanımı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 122-131.
- Bernardi, D., Botton, M., da Cunha, U. S., Bernardi, O., Malausa, T., Garcia, M. S., and Nava, D. E. (2013). Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest management science*, 69(1), 75-80. doi.org/10.1002/ps.3364.

- Çakmak, İ., Başpınar, H., Janssen, A., and Sabelis, W.M., (2007). Aydın ili örtü altı çilek alanlarında zararlı *Tetranychus cinnabarinus*' un mücadelesinde *P. Persimilis* ve *N. californicus*' un kullanılma olanakları, Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta.
- Döker, İ., Kazak, C., Karut, K. (2016). Functional response and fecundity of a native *Neoseiulus californicus* population to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) at extreme humidity conditions. *Systematic and applied acarology*, 21(11): 1463-1472.
- Kasap, İ. (2002). İki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin laboratuvar koşullarında üç farklı konukçu üzerinde biyolojisi ve yaşam çizelgesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 26(4), 257-266.
- Kazak, C., Karut, K., Doker, I. (2015). Indigenous populations of *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae): single and combined releases against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on greenhouse eggplant. *International Journal of Acarology*, 41(2):108-114.
- Kılınçer, N., Çobanoğlu, S., and Gürkan, M., O. (1990). Bazı pestisitlerin doğal düşmanlardan *Trichogramma turkeiensis* Kostadinov ve *Phytoseiulus persimilis* A.H.' e laboratuvar koşullarında yan etkileri. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Eylül, Ankara, s:273-281.
- Kurubal, D., and Ay, R. (2015). The toxic effects of some insect growth regulators and bioinsecticides on predators mites *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) ve *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39 (1): 79-89.
- McMurtry, J. A., and Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42(1), 291-321. doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.291.
- Sato, M. E., Da Silva, M. Z., De Souza Filho, M. F., Matioli, A. L., and Raga, A. (2007). Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Experimental and Applied Acarology*, 42(2), 107. doi.org/10.1007/s10493-007-9081-2.
- Schmidt, R. A. (2014). Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. *Experimental and Applied Acarology*, 62(1), 1-17. doi.org/10.1007/s10493-013-9730-6.
- Sökeli, E., Ay, R., and Karaca, İ., (2007). Isparta İlindeki Elma Bahçelerinde Zararlı olan İki Noktalı Kırmızıörümcek (*T. urticae* Koch) Populasyonlarının Bazı Pestisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (4), 326-330.
- Tixier, M.S., Allam, L., Douin, M., Kreiter, S. (2016). Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) of Morocco: new records, descriptions of five new species, re-descriptions of two species, and key for identification. *Zootaxa*, 4067(5): 501-551.
- Toros, S., Maden, S., Sözeri, S., (2001). Tarımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 1520, 406s, Ankara.
- Ünalın, F., Kılınçer, N., (1990). *Phytoseiulus persimilis* A.-H. (Acarina: Phytoseiidae)'in değişik bitkilerde avcılık aktivitesi ve gelişimi üzerine araştırmalar. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, s:221-231, Ankara.



## The Effects of Different Nitrogen Doses on Seed Yield and Some Agricultural Characteristics of Phaselia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Mevlüt TÜRK <sup>1\*</sup>, Mehmet ALAGÖZ <sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences – Isparta - Turkey

\*Corresponding Author: turkmevlut1@gmail.com

### ARTICLE INFO

Received: 02/10/2020

Accepted: 16/10/2020

**Keywords:** First flowering time, nitrogen doses, phaselia, seed yield, 1000 seed weight.

### ABSTRACT

This research was conducted to investigate the effects of different nitrogen doses on the seed yield and some agricultural characteristics of phaselia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) under Isparta ecological conditions in 2017 and 2018 years. This research was conducted in randomized block design with three replication. Five different nitrogen doses (0, 40, 80, 120 and 160 kg N ha<sup>-1</sup>) were used in the study. Plant height, first flowering time, 50% flowering time, number of raceme per plant, number of flower per raceme, 1000 seed weight and seed yield were investigated in this research. According to the results of the research, nitrogen doses had a significant effect on all properties. Nitrogen applications increased plant height, beginning of flowering period, 50% flowering, number of raceme per plant, number of flower per raceme, 1000 seed weight and seed yield. According to the two-year average results, in the province of Isparta and similar conditions, it is necessary to apply 120 and 160 kg nitrogen to obtain high seed yield in phaselia.

## Farklı Azot Dozlarının Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun Tohum Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 02/10/2020

Kabul tarihi: 16/10/2020

**Anahtar Kelimeler:** İlk çiçeklenme zamanı, azot dozları, arı otu, tohum verimi, 1000 tane ağırlığı

### ÖZET

Bu çalışma farklı azot dozlarının arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nin tohum verimi ve bazı tarımsal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2017 ve 2018 yıllarında Isparta'da yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada beş farklı azot dozu (0, 4, 8, 12 ve 16 kg/da N) kullanılmıştır. Çalışmada incelenen özellikler bitki boyu, ilk çiçeklenme süresi, % 50 çiçeklenme süresi, bitkide kömeç sayısı, kömeçteki çiçek sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tohum verimidir. Araştırma sonuçlarına göre azot dozları tüm özellikler üzerine istatistikî olarak önemli etki yapmıştır. Azot dozları arttıkça bitki boyu, ilk çiçeklenme gün sayısı, % 50 çiçeklenme gün sayısı, bitkide kömeç sayısı, kömeçte çiçek sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tohum verimi artmıştır. İki yıllık ortalama sonuçlara göre Isparta ve benzer koşullarda arı otundan yüksek tohum verimi alabilmek için 12 ve 16 kg azot dozu uygulamak gerekmektedir.

### 1. Introduction

*Phacelia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth) is an annual herbaceous plant belonging to the family Hydrophyllaceae. The flowers are violet-blue color. Floral scents can be good attractants that attract bees. The whole plant is covered with dense, short hairs, which is resistant to drought. One plant has more than 5000 flowers. *Phacelia* is one of the honey plants (Kumova and Korkmaz, 2002; Gilbert, 2003; Leszczyńska, 2012; Gösterit et al., 2017; Türk et al., 2018). Many researchers have stated that *phaselia*, which is mostly used as bee pasture, can be used as a forage plant (Uçar and Tansı, 1996; Sağlamtimur and Baytekin 1993; Karadağ and Büyükburç, 2001; Ateş et al., 2010; Genç Lermi and Palta, 2014). *Phacelia* is an excellent bee pasture. Under bee pasture is understood the whole flora of a place visited by bees.

*Phacelia* has a large agro-technical importance. Strong spindly root penetrates over 1 m depth, which improves soil quality, and dying leaves significant amounts of

organic matter and nitrogen bound, which makes it an excellent choice for improving poor soils. At the end of flowering, the plant can be plowed making it suitable for green fertilizers. Many studies have have *phaselia* declared nematocidal plant, because it is very useful for the preservation of soil hygiene. It is suitable for growing in organic production (Popovic et al., 2017).

Seed production *phaselia* is very profitable and can serve as a generator of economic development. *Phacelia* has great significance for beekeeping, because it is flowering, when the period without pasture, which lasts until the sunflower. For successful commercial beekeeping honey plants are very important condition for achieving high yields (Popovic et al., 2017).

The objective of this research was to determine the effects of different rates of nitrogen fertilizers on some agricultural characteristics of *phaselia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth.).



## 2. Material and Methods

The field experiments were conducted in experimental area of Agricultural Faculty of Isparta University of Applied Science during 2017 and 2018 growing seasons. In this study, Sağlamtimur cultivar of phaselias was used. The major soil characteristics, based on the method described by Rowell (1996) were as follows: the soil texture was clay-loam (clay: 31.2%, silt: 45.1%, sand: 23.7%); organic matter was 1.1% by the WalkleyBlack method; total salt was 0.3%; lime was 7%; sulphur was 12 mg kg<sup>-1</sup>; extractable P extraction was 3.3 mg kg<sup>-1</sup>; exchangeable K was 119 mg kg<sup>-1</sup>; pH was 7.1 in soil saturation extract. Total precipitation was 205.8 mm in 2017 (March– June) and 134.9 mm in 2018 growing season. The long-term average precipitation was 194.0 mm. The average temperature was 14.22 °C in 2017 (March– June) and 15.05 °C in 2018. The long-term average temperature was 13.13 °C.

The experiments were carried out in a randomized complete block design with three replications. Sowings were done by hand on 11 March in 2017 and 5 March in 2018. Seeding rates were 15 kg ha<sup>-1</sup>. Plot sizes were 1.8 x 6 m = 10.8 m<sup>2</sup>. Five different nitrogen doses (0, 40, 80, 120

and 160 kg N ha<sup>-1</sup>) were applied in this research. In the study, urea (46%) fertilizer was used as nitrogen fertilizer and triple super phosphate (46%) was used as phosphorus fertilizer. Phosphorus fertilizer was calculated as 50 kg pure phosphorus per hectare and applied before sowing. In the experiment, each parcel consists of 6 rows, 30 cm between rows, 6 m in length of plots, and 2 m between blocks and parcels. The trial consisted of 15 plots, 5 plots in each block.

Plant height, first flowering time, 50% flowering time, number of raceme per plant, number of flower per raceme, 1000 seed weight and seed yield were investigated in this research.

The two-year data were analysed together using the Proc GLM (SAS, 1998). Means were separated by LSD at the 5% level of significance.

## 3. Results and Discussion

According to the results of variance analysis obtained from two years of data, nitrogen applications had significant effects on first flowering time, 50% flowering time, plant height, number of raceme per plant, number of flower per raceme, 1000 seed weight and seed yield (Table 1).

Table 1. Two-year average variance analysis results of the data obtained from the trials.

Sources of variations	SD df	First flowering time (day)	50% flowering time (day)	Plant height (cm)	Number of raceme per plant	Number of flower per raceme	1000 Seed weight (g)	Seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )
Year	1	*	*	ns	ns	ns	*	*
Block	4	ns	*	ns	*	ns	*	*
Nitrogen Doses	4	**	**	**	**	**	**	**
N x Year int.	4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns:non-significant. \*: P < 0.05, \*\*: P < 0.01.

According to the two-year average results, first flowering time was delayed as nitrogen doses increased (Figure 1). The first flowering was realized 47.3 days after sowing in control application, but it was 56.9 days after sowing in 120 kg nitrogen application. Similar results were reported by Dağ (2013).

The 50% flowering was realized 56.7 days after sowing in control application, but it was 66.4 and 67.1 days after sowing in 120 and 160 ha<sup>-1</sup> kg nitrogen applications (Figure 1). Similar results were reported by Dağ (2013).

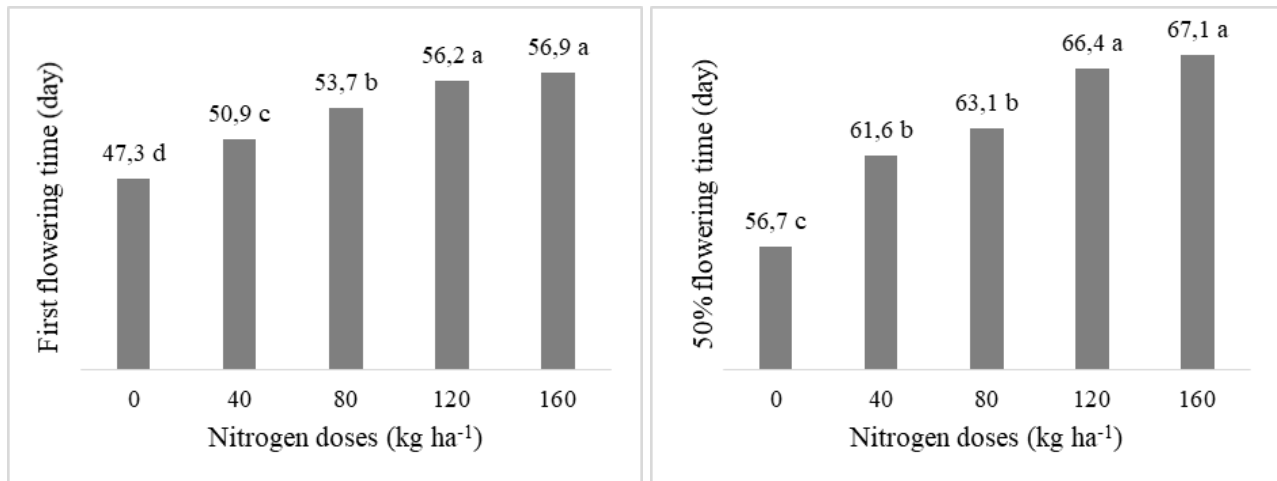


Figure 1. Two-year average values of first flowering and 50% flowering time.

While the shortest plants (50.5 cm) were determined in the control application, the tallest plants (69.3 and 68.1 cm) were obtained in the 120 and 160 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen doses (Figure 2). Plant height values in this study varied between 50.5 and 69.3 cm. Erturk (2019) also stated that nitrogen doses increase the plant height in phaselias. This result supports the result we obtained in our study.

Number of raceme per plant increased as nitrogen doses increased. While the smallest value (4.1) was detected in the control application, the highest values (5.4 and 5.5) were obtained in 120 and 160 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen applications (Figure 2). Dağ (2013) also stated that nitrogen doses increase the number of raceme per plant in phaselias.

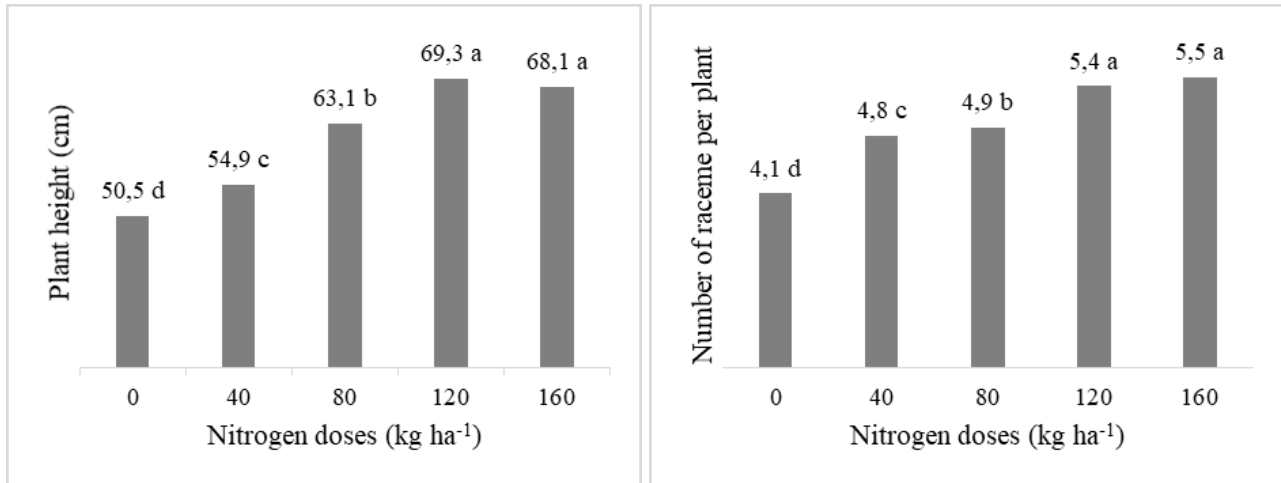


Figure 2. Two-year average values of plant height and number of raceme per plant.

Depending on the nitrogen doses, the number of flowers per raceme also increased. The lowest value (16.7) was obtained in the control application, the number of flowers increased as the nitrogen doses increased, and the highest value (22.3) was obtained in 160 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen applications (Figure 3). Similar results were reported by Dağ (2013).

(1.57 g) was obtained from the control plots, while the highest 1000 seed weights (2.03 and 1.98 g) were determined in the 120 and 160 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen applications (Figure 3). Dağ (2013) also stated that increasing nitrogen doses increased 1000 seed weight. This result supports our conclusion. 1000 grain weight values in this study varied between 1.57 and 2.03 g. The 1000 seed weights we obtained are similar to those obtained by Kızılsimşek and Ateş (2004).

Increasing N fertilization rates resulted in an increase in 1000 seed weight of phacelia. The lowest 1000 seed weight

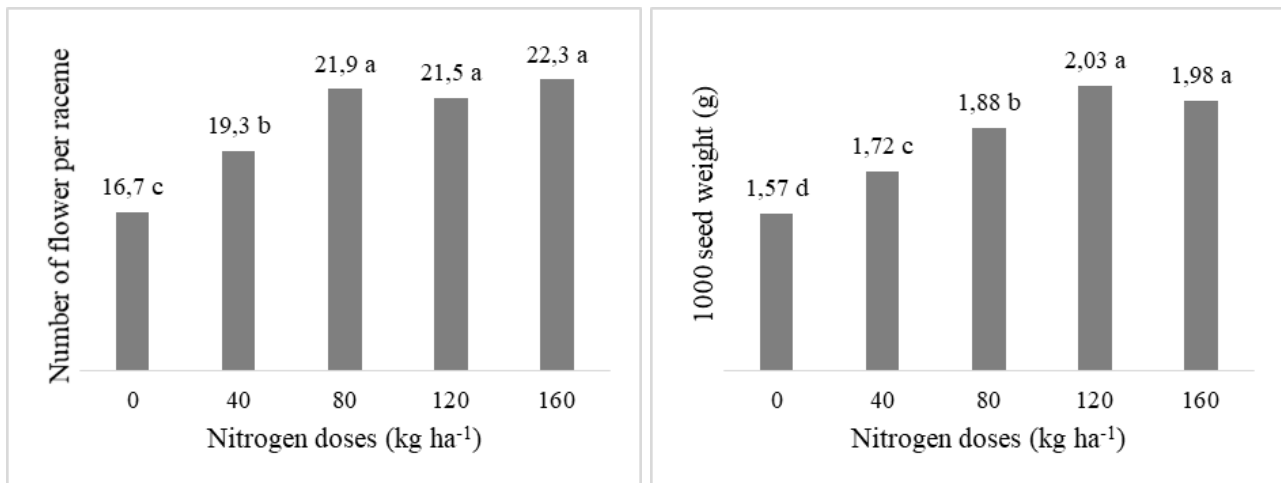


Figure 3. Two-year average values of number of flower per raceme and 1000 seed weight.

Seed yield in this study varied between 130.3 and 209.4 g depending on the fertilizer doses. The highest seed yield (209.4 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained by the 160 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen treatment, while the lowest seed yield (130.3 kg ha<sup>-1</sup>) was observed in the controls treatment (Figure 4). Increasing N fertilization rates resulted in an increase in seed yield of

phacelia. Dağ (2013) investigated the effect of nitrogen doses on the seed yield of phacelia and found that increasing nitrogen doses increased seed yield. This result supports our conclusion. In their studies on phacelia, they found that the seed yield ranged from 50-160 kg ha<sup>-1</sup> by Karadağ and Büyükburç (2001), 459-860 kg ha<sup>-1</sup> by

Kızılsimşek and Ateş (2004), 210-270 kg ha<sup>-1</sup> by Başbağ et al. (2001) and 201-432 kg ha<sup>-1</sup> by Uçar (1995), 391-598 kg ha<sup>-1</sup> by Dağ (2013). Some of these values are higher than our results and some are similar. Different sowing times together with the climatic and soil conditions of the regions where the studies were carried out caused different yields.

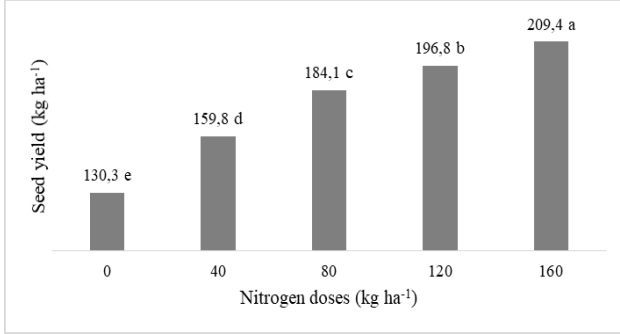


Figure 4. Two-year average values of seed yield.

#### 4. Conclusion

According to the results of this research, nitrogen doses had a significant effect on all the properties examined. While the lowest values were obtained from the control application in all the properties examined, the values increased depending on the nitrogen doses. In the province of Isparta and similar conditions, it is necessary to apply 120 and 160 kg nitrogen to obtain high seed yield in phaselina.

#### 5. References

Ateş, E., Coşkuntuna, L. ve Tekeli, A.S. 2010. Plant growth stage effects on the yield, feeding value and some morphological characters of the fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Cuban Journal of Agricultural Science, 44:73-78.

Başbağ, M., Saruhan, V. ve Gül, İ. 2001. Diyarbakır koşullarında farklı tohumluk miktarlarının arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi, GAP 2. Tarım Kongresi, 24-26 Ekim 2001, Şanlıurfa, s: 985-992.

Dağ, V. 2013. Farklı azot dozlarının arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 48s.

Ertürk, A. 2019. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda Verim Ve Bazı Tarımsal Karakterlere Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 32s.

Lermi, A. G., ve Palta, Ş. (2016). Arı otu bitkisinin sonbahar ekim periyodunda farklı ekim zamanlarının tohum verimi ve verim komponentleri üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3), 366-371.

Gilbert, L. 2003. *Phacelia tanacetifolia*: what we know about its suitability as an insectary plant and cover crop in the Mid-Atlantic region. Small Farm Success Project, Sustainable Agricultural Systems Lab, USDA, USA, 1.

Gösterit, A., Gürel, F., Alagöz, M. ve Türk, M. 2017. Determination of pollination effectiveness of different pollinators on alfalfa in Lakes Region of Turkey. 45. Apimondia Uluslararası Arıcılık Kongresi, 29 Eylül-4 Ekim, İstanbul, sayfa:125.

Karadağ, Y. ve Büyükburç, U. 2001. The effect of different sowing dates on harbage and seed yields of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Buletinul Universitatii De Ştiinţe Agricole Şi Medicine Veterinara Cluj-Napoca. Romania. Volumul:55-56, 54-57.

Kızılsimşek, M., and Ateş, F. (2004). Kahramanmaraş şartlarında arıotunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) değişik ekim zamanlarındaki çiçeklenme seyri ve arı merası olarak değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 96-103.

Kumova, U. ve Korkmaz, A. 2002. Arıcılık Açısından Arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Bitkisinin Önemi ve Bu Konuda Ülkemizde Yapılan Çalışmalar. Uludağ Arıcılık Dergisi, 02(1), 11-16.

Leszczyńska, D. 2012. Facelia w poplonie. Farmer, 9, 76-78.

Popović, V., Sikora, V., Vucković, S., Mihailović, V., Živanović, L., Ikanović, J. and Popadić, L.M. 201). High-Nectar Plants -*Phacelia Tanacetifolia* BENTH. Radovi sa XXXI Savetovanja agronoma, veterinaru, tehnologa i agroekonomista. 2017. Vol. 23. br. 1-2. 31-37.

Rowell, D.R. 1996. Soil science: methods and applications. Harlow, Longman.

Sağlamtimur, T. ve Baytekin, H. (1993). Arıcılık İçin İdeal, Silaj Üretimine Uygun Bir Bitki: Arıotu. Teknik Arıcılık Dergisi, 40, 16-17.

SAS institute, 1998. INC SAS/STAT users' guide release 7.0. Cary, NC, USA.

Türk, M., Gösterit, A., Alagöz, M. ve Buluş, İ.Y. 2018. Korunga Tohum Üretiminde Bal Arılarının Rolü. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla, Türkiye, s: 698.

Uçar, H. 1995. Çukurova Koşullarında Farklı Ekim Zamanı ve Sıra Aralığının Arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nın Tane Verimi ve Arı Merası Olarak Kullanılması Bakımından Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Adana.

Uçar, H. ve Tansı, V. 1996. Çukurova koşullarında farklı ekim zamanı ve sıra aralığının arı otunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) tane verimi ve arı merası olarak kullanılması bakımından etkileri. Türkiye 3. Çayır- Mer'a Yem Bitkileri Kongresi 17-19 Haziran 1996 Erzurum, s:415-421



## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

### Farklı Dikdörtgen Hava Kanallarındaki Sızıntının Deneysel İncelenmesi

Erol TÜRKOĞLU<sup>1</sup>, Ahmet ÖZSOY<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Sönmez Global Yapı ve Ticaret A.Ş. İstanbul, Türkiye

<sup>2\*</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar: ahmetozsoy@isparta.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 04/10/2020

Kabul tarihi: 09/12/2020

**Anahtar Kelimeler:** Hava kanalı, hava kaçağı, kanal sızıntı testi

#### ÖZET

Hava kanallarının imalat, montaj ve işçilik uygulamalarındaki farklılıklar nedeniyle hava sızıntılarının olması kaçınılmazdır. Bu çalışmada aynı uzunlukta, altı farklı ölçüde (500x400, 450x400, 400x400, 300x400, 250x350, 150x250 mm) dikdörtgen hava kanalları test edilmiştir. Test sonuçlarına göre birim yüzey alanı ile birim kenet ve birleşme yeri uzunluğu için hava sızıntıları belirlenerek kanalların sızdırmazlık sınıfları tespit edilmiştir. Kanallardaki hava sızıntısının karşılaştırılmasında, birim yüzey alanı ile birim kenet ve birleşme yeri uzunluğu için olan kayıpların benzer karakteristikte olduğu görülmüştür. Test basıncı arttıkça hava kaçaklarının arttığı, kanal ölçüleri küçüldükçe de kaçak miktarlarının arttığı görülmüştür. Ayrıca 500x400 mm'lik hava kanalında sızdırmazlık için conta ve silikon kullanımının sızıntıya etkisi incelenmiştir. Buna ilaveten conta ve silikon ile birlikte akustik levha kullanımının sızıntıya etkisi de incelenmiştir. Akustik levha kullanımının 400 Pa test basıncında %52, 1500 Pa basıncında da %24 oranında sızıntıyı azalttığı görülmüştür. Hava sızıntısı nedeniyle enerji kayıplarını azaltmak için kanal sistemleri devreye alınmadan önce mutlaka test edilmeli ve kanaldaki sızıntının ilgili şartnameyi sağladığı teyit edilmelidir.

### Experimental Investigation of Air Leakage in Different Rectangular Air Ducts

#### ARTICLE INFO

Received: 04/10/2020

Accepted: 09/12/2020

**Keywords:** Air duct, air leakage, duct leakage test

#### ABSTRACT

Air leaks are inevitable due to differences in manufacturing, assembly and labor of air ducts. In this study, six different sized (500x400, 450x400, 400x400, 300x400, 250x350, 150x250 mm) rectangular air ducts of the same length were tested. According to the test results air leaks were determined for the unit surface area and unit clamping and joint length, and the sealing classes of the ducts were determined. When the air leakage in the ducts compared, it was seen that the losses for unit surface area and unit clamping and joint length show similar characteristics. It was observed that as the test pressure increased, the air leakage increases, and as the duct dimensions decreased, the amount of leakage increases. In addition, the use of gasket and silicone for sealing in the air duct of 500x400 mm has been investigated. Furthermore, the effect of using acoustic plate with gasket and silicone was also examined. It was observed that air leakage is reduced by 52% at 400 Pa test pressure and 24% at 1500 Pa test pressure with the use of acoustic plate. In order to reduce energy losses from the air leakage, duct systems must be tested before commissioning and it must be confirmed that the leakage in the duct meets the specification.

#### 1. Giriş

Klima ve havalandırma sistemleri yaşam alanlarında istenilen şartların sağlanması için özellikle büyük ticari binalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaşam alanlarında istenilen miktarda şartlandırılmış hava, fanlarla basınçlandırılarak kanallarla kullanım yerlerine taşınır. Bu kanallar, kullanım yeri ve amacına bağlı olarak galvanizli, alüminyum, paslanmaz çelik ve bakır gibi farklı malzemelerden ve dairesel, oval veya dikdörtgen kesitli gibi farklı şekillerde üretilmektedir.

Dikdörtgen kesitli kanallarda iki önemli sızdırma noktası bulunur. Bunlar; saclar dikdörtgen kesite kıvrıldığında kanal boyunca yapılan kenetler ve kanalların birleşim yerleri ile boy kenetler ile kanal birleşimlerinin keşiştiği köşelerdir. Sızıntının azaltılması içinde bu birleşim yerlerinde elastik contalar ve gerekirse ilave sıvı conta

kullanılır. Ancak ne şekilde yapılırsa yapılsın, kanallarla havanın taşınmasında mutlaka bir miktar hava kaçağı olur. Hava kaçakları hem basınçlandırılan havanın, hem de şartlandırma için harcanan enerjinin kaybına neden olacağı için hava kaçaklarının azaltılması önemli bir konudur. Hava kaçakları ile olan enerji kaybı, bu kanallar ortama taze hava sağlanması ve ortamın havalandırılması için kullanılıyorsa sadece fanın harcayacağı fazla enerji ile sınırlıdır. Ancak kanallar ortamın ısıtılması veya soğutulması için hava taşıyorsa, fanlar nedeniyle olan kayıp enerjinin yanında, havanın şartlandırılması (ısıtma ve soğutma) için harcanacak enerji işletme giderlerini artırır. Daha büyük fan seçilmesi durumunda, gürültü kirliliğinin oluşma ihtimali de dikkate alınmalıdır.

Hava kanallarındaki kaçakların tam olarak doğru ölçülmesi zor olmakla birlikte, kaçak miktarının fan girişindeki

havanın %10-20'si oranında olduğu kabul edilebilir (Fisk vd., 2000). Değişken debili sistemlerin besleme kanallarında oluşacak %20 oranındaki hava kaçağı, besleme fanının kullandığı enerjiyi %40-50, ısıtma-soğutma yükünü de %10-30 oranında artırır (Modera, 2007; Chan, 2014; Helfers, 2020). Sistemdeki sızıntıların önlenmesi için yapılacak yatırım bedelinin, çalışmanın yapıldığı bölgenin iklimine ve sistemdeki fan hızına bağlı olarak yaklaşık 2 yıl kadar bir geri ödeme süresi olacağı tahmin edilmektedir (Woolley 2014).

Divarcı (2020), hava kanallarındaki sızdırmazlık testlerinin temel ilkeleri ile uygulanışını, standartlar ile kabul kriterlerini ve uygulamada karşılaşılan sorunları ve çözüm önerilerini sunduğu çalışmada, bir binanın yapım aşamasında %1-2 gibi küçük bir iş kapsamına sahip olan hava kanalı sızdırmazlık testlerinin, sistemi devreye alma ve sonrasındaki işletme sürecinde çok etkili olduğunu ifade etmiştir. Çalışma kapsamında endüstriyel bir tesis için şartnamesinde %1 hava kaçağına müsaade edilen bir uygulamada, kanalın farklı bölümlerinde %8-10 arasında kaçak olduğu görülmüş, yapılan düzeltme sonucunda sistem kaçağı ortalama %1.5 seviyesine düşürülmüştür. Bu sonuçtan hareketle kanallardaki kaçak ve sızıntının, sistemi devreye alma aşamasında mutlaka yapılması gereken bir kontrol olduğu ortaya konulmuştur.

Aydın ve Ozerdem (2006) dairesel ve dikdörtgen hava kanallarındaki hava kaçakları ile olan enerji kayıplarını deneysel olarak inceleyen çalışmalarında; hava sızıntısının çoğunlukla ek yerlerindeki sızıntılardan kaynaklandığı, ek yerlerinde sızdırmazlık contası kullanılmasının sızıntıyı yaklaşık %50 oranında iyileştirdiği görülmüştür.

Son zamanlarda klima kanallarının önemli bir parçası haline gelen kanal tipi bataryalardaki hava sızıntılarının incelenmesinde, hava kanallarındaki standartlar kullanılmaktadır. Bu durum, kanallara nazaran çok daha küçük yüzey alanına sahip bataryaların, daha az sızdırmazlık sınıfı olan D ve C sınıflarını sağlanmasında zorluklar yaşanmasına neden olmaktadır (Tosun vd., 2013). Kanal tipi bataryalarda en önemli kaçak ayna-kapak birleşim yerleri ve köşe bağlantıları olduğundan, bu kaçaklarının azaltılmasına yönelik yapılan çalışmada (Canbaz vd., 2013) birleşme yerlerindeki farklı sızdırmazlık uygulamaları incelenmiştir. Bunlar; sadece köşelerin bir dolgu macunu ile kapatılması, ayna-kapak birleşim bölgelerine conta yerleştirilmesi ve bu iki uygulamanın birlikte yapılmasıdır. Sızıntıda en fazla azalma %78 ile her iki uygulamanın birlikte yapıldığı durumda görülmüştür.

Orta büyüklükteki (tek aile konutları hariç) 10 bina için yapılan hava kanalı test sonuçlarında (Modera, 2007) ortalama %23'lük kaçak olduğu görülmüştür. Özellikle büyük ticari binalarda kanal sızıntısının VAV sistemi performansına etkisinin incelendiği (Wray ve Matson 2003) düşük basınçlı 54 bina için yapılan çalışma sonuçlarına göre, tasarım aşamasında toplam sızıntının %19'dan %5'e azaltılması durumunda, fanların harcayacağı yıllık enerjide %40-50 oranında bir azalma olacağı tahmin edilmiştir. Yıllık ısıtma ve soğutma enerjisinde de %2-14 arasında bir azalmanın olacağı tahmin edilmiştir. Kanal sızıntısını azaltmak için yapılacak

yatırımın iki yıldan az bir geri ödeme süresi olacağı hesaplanmıştır.

Yine büyük ticari binalarda hava kanalı kaçaklarının incelendiği çalışmada (Wray vd., 2005) 10 adet büyük ticari kanal sistemindeki sızıntılar incelenmiştir. Binalardan üçünde düşük sızıntı (kanal giriş debisinin %5'inden az) ve yedisinde önemli miktarda sızıntı (%9-26) görülmüştür. Büyük ticari binalar için Modera ve arkadaşlarının (2014) düşük basınçlı sistemler için yaptığı saha testlerinde, yaklaşık %10'luk bir kaçak olduğu tespit edilmiştir.

Belçika ve Fransa'daki 42 kanal sistemindeki hava kaçaklarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada (Carrie vd., 2000), sızıntının EUROVENT 2/2 A sınıfı için izin verilen maksimum sızıntıdan üç kat daha fazla olduğu görülmüştür. Kanallardaki hava sızdırmazlığındaki kötü performansın, bu sistemlere ve benimsenen teknolojilere gösterilen ilginin eksikliğinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Mevcut durumda, kanallarındaki kaçakların azaltılması için yaygın olarak bant ve conta kullanılmakla birlikte, asıl sorunun kanal üretimi ve montajını yapan personellerin becerileri ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Türkiye'de ticari bir ürün olarak üretilip kullanılan iki tip kanaldaki hava kaçaklarının tespitine yönelik yapılan çalışmada (Aydın vd., 2004), 30 mm ve 100 mm çaplarında ve 5 m uzunluğundaki dairesel kesitli kanallar ile 300x250 mm ve 1000x500 mm ölçülerinde 4.8 m uzunluğundaki dikdörtgen kesitli kanallar kullanılmıştır. Silindirik hava kanalları spiral kenetli olarak üretilmiştir. Bu tip birleştirme sadece fabrikasyon imalata uygun olup, tüm basınç sınıfları için sızdırmaz olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle kenet eklerinde herhangi bir conta veya mastik uygulamasına gerek duyulmamaktadır. Test edilen dikdörtgen kesitli ve takviyeli hava kanalları imalatında Pitsburg tipi kenet uygulanmıştır. Dikdörtgen kesitli hava kanalları 1200 mm'lik boylar halinde flanşlı ve contalı birleştirme yapılmıştır. Kanalların imalatı sırasında kendinden mastikli flanş ve kanalların köşe birleştirme noktalarında içten mastik uygulanmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre, tüm dairesel kesitli spiral kanallar ile dikdörtgen kesitli kanallar C sınıfı sızdırmazlık seviyesinin altındadır. Silindirik ve dikdörtgen kanallar karşılaştırıldığında; eşdeğer yüzey alanları birbirine eşit olan 300 mm çapındaki silindirik kanaldan olan sızıntı miktarı, 300x250 mm dikdörtgen kesitli hava kanalından olan sızıntıdan daha fazladır. Çünkü birim yüzey alanda, kenetli birleşmenin olduğu mesafe silindirik kanalda daha fazladır. Bununla birlikte, eşit birleşme uzunluğuna sahip silindirik ve dikdörtgen kesitli eşdeğer yüzey alanlara sahip kanallar karşılaştırıldığında, silindirik kanaldaki sızıntının dikdörtgen kesitliye nazaran %80 daha az olduğu görülmüştür.

Uygulamada hem imalat aşamasında hem de nakliye ve montaj aşamasındaki özensizlikler, kanalların kullanılması aşamasında önemli miktarda hava kaçaklarına neden olmaktadır. Konu ile ilgili ülkemizde yapılan bilimsel çalışmalar kısıtlı ve dar kapsamlıdır. Enerjisinin çoğunu ithalata karşılayan bir ülke olarak, doğrudan enerji tüketimini azaltmaya yönelik uygulamalar içeren hava

kanallarındaki sızıntının ölçülmesi ve azaltılması ile ilgili çalışmalar daha fazla önemsenmelidir. Bu çalışmada, farklı ölçülerde üretilen hava kanallarında farklı sızdırmazlık malzemeleri kullanıldığında meydana gelen sızıntının tespiti ve sonuçların birbirleriyle ve ilgili standartlarla karşılaştırılması yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Üretimi yapıp yerlerine monte edilen hava kanalları, ısı yalıtımı yapılmadan ve sistem devreye alınmadan önce mutlaka sızdırmazlık seviyeleri kontrol edilmelidir. Hava kaçaklarının belirlenmesi ve sınıflandırılmasına yönelik farklı ülkelerde farklı standartlar kullanılır. Uygulamada ülkelere göre TS EN 1507 (2006), TS EN 12237 (2006), SMACNA (2012), DW 143 (2013), EUROVENT 2/2 (1996) gibi standartlar kullanılmaktadır (Divarcı, 2020).

Çizelge 1’de TS-EN 1507’ye göre kanal basınç sınıfları ve sızdırmazlık limit değerleri verilmiştir. Buradaki A sınıfı en fazla hava sızdıran, D sınıfı da en az hava sızdıran kanalları tanımlamak için kullanılmaktadır. Şartnamelerde aksi belirtilmedikçe 500 Pa’dan daha düşük çalışma basıncına sahip olan düşük basınçlı kanallar A sınıfı, 500-750 Pa arasında çalışma basıncına sahip olan orta basınçlı kanallar B sınıfı, 750-1000 Pa ve daha büyük çalışma basıncına sahip olan yüksek basınçlı kanallar C sınıfına göre test edilmelidir. D sınıfı hariç diğer sınıflandırmalar tüm uygulamalarda kullanılır. Ancak D sınıfı özel durumları olan mahallerin testinde kullanılır. TS-EN 1507’ye göre kanal basınç sınıflandırması  $P_t$  test basıncına göre yapılır ve sızdırmazlık sınıfı Çizelge 1’deki eşitliklere göre belirlenir.

Çizelge 1. Kanal basınç sınıfları ve sızdırmazlık limitleri (TS-EN 1507)  
Table 1. Duct pressure classes and tightness limits (TS-EN 1507)

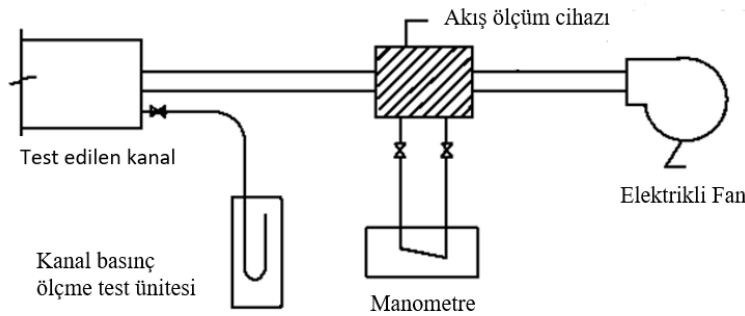
Hava sızdırmazlık sınıfı	Maksimum hava kaçak miktarı ( $f_{max}$ ) ( $m^3/s m^2$ )	Statik basınç kademeleri (Pa)			
		Negatif basınç	Pozitif basınç		
			1	2	3
A	$10^{-3} 0.027 P_t^{0.65}$	200	400	-	-
B	$10^{-3} 0.009 P_t^{0.65}$	500	400	1000	2000
C	$10^{-3} 0.003 P_t^{0.65}$	750	400	1000	2000
D	$10^{-3} 0.001 P_t^{0.65}$	750	400	1000	2000

Herhangi bir kanalda taşınan hava debisi ile kanal yüzey alanı arasındaki ilişki, kanalın uygulandığı binanın yapısına bağlı olarak değişir. Bu nedenle, hava kaçagını toplam hava debisinin bir yüzdesi olarak ifade etmek zordur. Benzer şekilde, hava kanallarında çalışma basıncı da sistem içinde değişkenlik gösterir. Hava kaçakları da doğrudan basınçla ilgili olduğundan hesaplanması zordur. Kaliteli sistemlerde, her bir sınıfa ait yaklaşık kaçak oranları; A sınıfı için %6, B sınıfı için %3, C sınıfı için %2 ve D sınıfı için %0.5 olarak kabul edilebilir (Çimen, 2003).

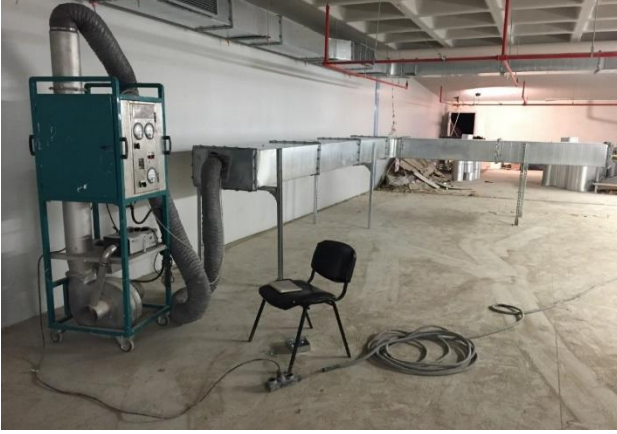
Genel olarak yüksek basınç sınıfındaki hava kanallarının tamamının test edilmesi, orta basınç sınıfındaki kanallardan %10’unun, test edilmesi önerilir. Düşük basınç sınıflı hava kanalları için test yapılması zorunlu değildir. Testler montaj süreci devam ederken ve ısı yalıtımı uygulamasından önce yapılır. Tasarımcılar, sistemdeki

farklı çalışma basınçlarındaki kanallar için uygun imalat standartları ile kaçak test sınıflarını eşleştirerek önemli tasarruflar elde edilmesine imkan sağlayabilir. Tüm kanal sistemlerinin imalat standartlarının fan çıkışındaki basınca göre belirlenmesi, projede gereksiz maliyet artışına yol açar. Örnek olarak bazı büyük sistemler için basınç sınıfları; makine dairesi ve kolonlar için C veya D sınıfı, kat ana dağıtım kanalları için B sınıfı, düşük basınçlı dağıtım ve çıkışlar için de A sınıfı kategorisinde kanal imalatı istenebilir (DW-143, 2013).

Bu çalışmada hava kanallarından sızan hava miktarının tespiti, standartlara uygun Tetisan marka kompakt kanal sızdırmazlık test cihazı ile yapılmıştır. Şekil 1’de kanal test düzeneğinin şematik görünümü, Şekil 2’de de kanal sızdırmazlık testinin yapılışı görülmektedir.



Şekil 1. Kanal basınç ölçümü test düzeneğinin şematik görünümü  
Figure 1. Schematic view of duct pressure test setup (Çimen, 2003)



Şekil 2. Kanal test düzeneği  
Figure 1. Duct test setup

Hava kanallarındaki sızıntının belirlenmesinde Eşitlik 1 (Canbaz vd., 2013) kullanılır.

$$Q = 21.8 \cdot K \cdot D_2^2 \cdot \sqrt{\Delta P} \quad (1)$$

Burada, Q sızıntı ile olan hacimsel debiyi (cfm) ifade eder. İngiliz birim sistemi ile verilen bu eşitlik SI birim sistemine dönüştürülürse Eşitlik 2 elde edilir.

$$Q = 21.8 \cdot K \cdot \left(\frac{D_2}{25.4}\right)^2 \cdot 1.699 \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{(10 \cdot 25.4)}} \quad (2)$$

Burada Q hacimsel debi (m<sup>3</sup>/h), K orifis katsayısı (bu test düzeneği için, K=0.6085), D<sub>2</sub> orifis delik çapı (bu test

düzeneği için D<sub>2</sub>=64.6mm) ve ΔP ölçme cihazından okunan basınç farkını (Pa) ifade etmektedir.

Hava kanallarının kaçak sınırının belirlenmesinde Eşitlik 3'teki f sızdırma faktörü kullanılır.

$$f = \frac{Q}{A} \quad (3)$$

Burada f sızdırma faktörü (L/s m<sup>2</sup>), Q hacimsel debi (L/s) ve A kanal toplam dış yüzey alanını (m<sup>2</sup>) ifade etmektedir.

Hava kanalının sızdırmazlık sınıfı, test basıncına göre Çizelge 1'de verilen eşitliklerden bulunan müsaade edilen maksimum hava sızıntısı (f<sub>max</sub>), Eşitlik 3'den elde edilen hava sızıntısı ile karşılaştırılarak belirlenir.

Ülkemizde yaygın olarak dikdörtgen kesitli hava kanalları kullanıldığı için (Çimen, 2003) bu çalışma kapsamında galvanizli sacdan yapılmış dikdörtgen kesitli kanallar kullanılmıştır. Bu kanallar kantin olarak kullanılacak bir ortamın havalandırılması amacıyla kullanılacak olup, düşük basınçlı A sınıfı kanal olması öngörülmektedir. Tam boy kanallar 1500 mm olup toplam kanal boyu 10 m'dir. Kanallar pitsburg kenet yöntemiyle yapılmış, birleşim yerlerinde Conta+Silikon ve kanal birleşimlerinde de kendinden mastikli flanş kullanılmıştır. Kanal ölçüleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede verilen her kanal için farklı test basınçlarında sızdırmazlık testi yapılmış ve kanalların uygulanan basınç değerine göre hava sızdırmazlık sınıfı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kanalların ölçüleri  
Table 2. Dimensions of ducts

Boyutlar (mm)	Sac kalınlığı (mm)	Kanal boyu(m)	Yüzey alanları(m <sup>2</sup> )	Flanş + Kenet uzunluğu (m)
500x400	0.80	10	18	22.6
450x400	0.80	10	17	21.9
400x400	0.80	10	16	21.2
300x400	0.80	10	14	19.8
250x350	0.80	10	12	18.4
150x250	0.60	10	8	15.6

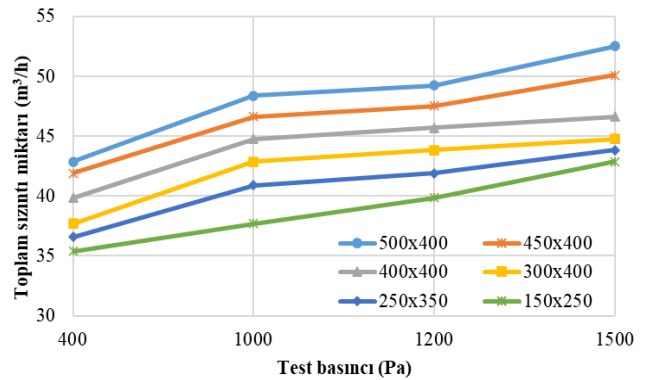
Çalışma kapsamında ayrıca 500x400 mm ölçülerindeki kanalın birleşim yerlerinde farklı sızdırmazlık malzemesi kullanımının hava sızıntısına etkisi de araştırılmıştır. Üç farklı durum için testler yapılmış olup, bunlardan ilki kanalın birleşim yerlerinde hiçbir sızdırmazlık malzemesi kullanılmaması, ikincisi Conta+Silikon kullanılması ve üçüncü olarak da Conta+Silikon ile birlikte kanal içine 50 mm kalınlığında akustik yalıtım malzemesi kullanılmasıdır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Farklı ölçülerdeki kanalların test bulguları

Çizelge 2'de verilen ölçülerdeki kanallar, 400 Pa, 1000 Pa, 1200 Pa ve 1500 Pa basınçlarında test edilmiştir. Test sonuçlarından elde edilen toplam kaçak miktarları Şekil 3'te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi aynı kanal için, test basıncı arttıkça kaçak miktarı da artmaktadır. Aynı test basıncında kanal boyutları küçüldükçe toplam kaçak miktarı da azalmaktadır. Farklı kanal ölçüleri için

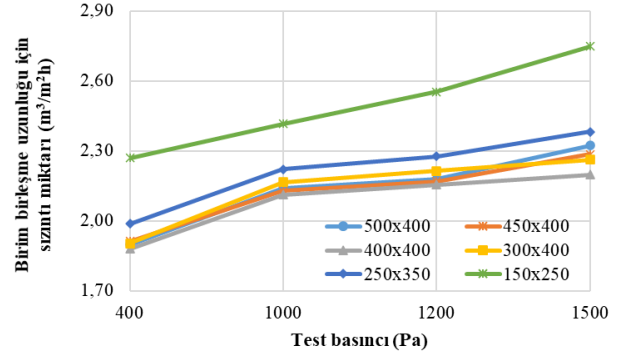
sonuçların hem basınç artışı, hem de kanal ölçülerinin değişimi ile oluşan toplam hava kaçaklarının birbirlerine benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Farklı ölçülerdeki hava kanalları için sızıntı miktarları

Figure 3. Leakage rates for different sizes of air ducts

Kanalda meydana gelen hava kaçaqları, kenet ve kanal birleşim (flaş) yerlerinde meydana geldiği için, kanalların karşılaştırılmasında aynı kanal uzunluğu için toplam hava sızıntısının birim ek yeri uzunluğuna (kenet+flaş) oranı üzerinden bir karşılaştırma yapmak daha anlamlı olabilir. Kenet ve flaş uzunluklarına bağlı olarak birim uzunluk için kaçak miktarı Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 3 ve 4 birlikte değerlendirildiğinde aynı test basıncında toplam kaçak miktarında en fazla kaçak 500x400 mm'lik kanalda görülmesine rağmen, birim birleşme yeri uzunluğuna göre en fazla kaçak en küçük ölçüdeki 150x250 mm'lik kanalda görülmüştür. Birim uzunluk için en fazla kaçak 150x250 mm'lik kanalda ve sonra 250x350 mm'lik kanalda görülmüştür. Diğer kanalların ölçüleri birbirine yakın olduğundan sonuçlarda birbirine yakındır. Benzer sonuçlar, Aydın ve arkadaşlarının (2004) dairesel ve dikdörtgen kesitli kanallar için yaptığı çalışmada, kanal ölçülerinin artmasıyla birim kenet uzunluğunda hava kaçağının azaldığı görülmüştür.



Şekil 4. Birim kenet ve birleşim yeri uzunluğu için sızıntı miktarı

Figure 4. Leakage amounts for unit clamping and joint length

Çizelge 3. Hava kanallarının basınç sınıfları

Table 3. Pressure classes of air ducts

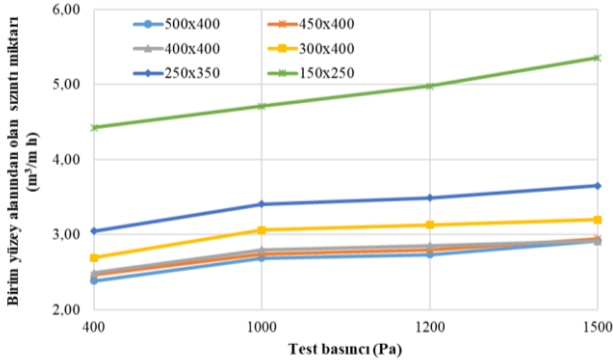
Kanal ölçüsü (mm)	Test basıncı (Pa)	Sızdırma faktörü (L/s m <sup>2</sup> )	A sınıfı max hava sızıntısı (L/s m <sup>2</sup> )	B sınıfı max hava sızıntısı (L/s m <sup>2</sup> )	C sınıfı max hava sızıntısı (L/s m <sup>2</sup> )	D sınıfı max hava sızıntısı (L/s m <sup>2</sup> )	Sızdırmazlık sınıfı
500x400	400	0.51	1.33	0.44	0.15	0.05	A
	1000	0.57	2.41	0.80	0.27	0.09	B
	1200	0.58	2.71	0.90	0.30	0.10	B
	1500	0.62	3.13	1.04	0.35	0.12	B
450x400	400	0.53	1.33	0.44	0.15	0.05	A
	1000	0.58	2.41	0.80	0.27	0.09	B
	1200	0.60	2.71	0.90	0.30	0.10	B
	1500	0.63	3.13	1.04	0.35	0.12	B
400x400	400	0.53	1.33	0.44	0.15	0.05	A
	1000	0.60	2.41	0.80	0.27	0.09	B
	1200	0.61	2.71	0.90	0.30	0.10	B
	1500	0.62	3.13	1.04	0.35	0.12	B
300x400	400	0.57	1.33	0.44	0.15	0.05	A
	1000	0.65	2.41	0.80	0.27	0.09	A
	1200	0.67	2.71	0.90	0.30	0.10	B
	1500	0.68	3.13	1.04	0.35	0.12	B
250x350	400	0.65	1.33	0.44	0.15	0.05	A
	1000	0.73	2.41	0.80	0.27	0.09	A
	1200	0.74	2.71	0.90	0.30	0.10	A
	1500	0.78	3.13	1.04	0.35	0.12	B
150x250	400	0.94	1.33	0.44	0.15	0.05	A
	1000	1.00	2.41	0.80	0.27	0.09	A
	1200	1.06	2.71	0.90	0.30	0.10	A
	1500	1.14	3.13	1.04	0.35	0.12	B

Hava kanallarındaki kaçak miktarının değerlendirilmesinde birim kanal yüzey alanından olan hava kaçağı miktarı kanal sızıntı sınıfının tespitinde kullanılır. Şekil 5'te görüldüğü gibi birim yüzey alanından hava kaçağı en fazla 150x250 mm'lik kanal, sonra 250x350 mm ve 300x400 mm kanal takip etmekte olup diğerleri birbirine yakındır. Genel olarak kanal ölçüsü küçüldükçe birim yüzey alanından olan sızıntı miktarı artmaktadır.

Çalışmada test edilen 6 farklı ölçüdeki kanalların hava sızdırmazlık sınıflarının belirlenmesinde, TS-EN 1507 standardında verilen her basınç sınıfı için sınır değer olarak kabul edilen maksimum hava kaçak miktarı, test edilen kanalın sızdırmazlık faktörü ile karşılaştırılarak belirlenmiş olup Çizelge 3'te verilmiştir. Kanal ölçüleri küçülüp, test basıncı arttıkça kanal sızdırmazlık sınıfının B sınıfından A sınıfına doğru gerilediği görülmüştür. Bu sonuç Şekil 5'te verilen grafikte de görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi 150x250 mm ölçülerindeki kanalda, birim



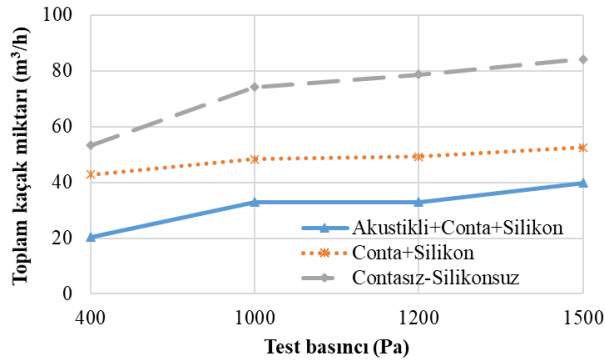
yüzey için sızıntı miktarının diğer kanallara göre çok fazla olduğu, diğer kanallardaki sızıntı miktarının birbirine kısmen yaklaşmakla birlikte, büyük ebatlı kanallardaki (500x400, 450x400 ve 400x400) sızıntı eğrilerinin hemen hemen çakıştığı görülmektedir. Çünkü test edilen kanal uzunluğu sabit olup, kanal ebatlarının büyümesi ile yüzey alanı artmakla birlikte, birleşme yeri uzunluğundaki artış göreceli olarak daha az olmaktadır. Örneğin 150x250 mm ölçülerindeki kanalın toplam yüzey alanı 8 m<sup>2</sup> ve birleşme yeri (flaş+kenet) uzunluğu 15.6 m'dir. Ancak 500x400 mm'lik kanalın toplam yüzey alanı 18 m<sup>2</sup> olup birleşme yeri uzunluğu da 22.6 m'dir.



Şekil 5. Birim yüzey alanı için sızıntı miktarı  
Figure 5. Leakage amount per unit surface area

### 3.2. Farklı ölçülerdeki kanalların test bulguları

Çalışma kapsamında 500x400 mm kanalda, birleşim yerlerinde sızdırmazlık malzemesi kullanılmadığı durum ile sızdırmazlık için Conta+Silikon kullanılması ve Conta+Silikon ilave olarak kanal içine 50 mm kalınlığında akustik yalıtım malzemesi kullanılması incelendi. Bu üç farklı uygulama için sızdırmazlık miktarları Şekil 6'da verilmiştir.

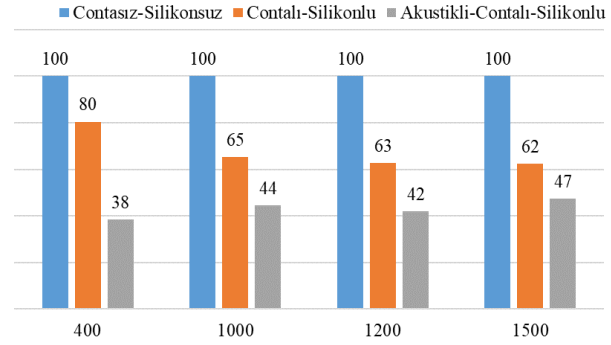


Şekil 6. Farklı sızdırmazlık uygulamaları için sızıntı miktarı  
Figure 6. The leakage amount for different sealing applications

Şekil 7'de 500x400 mm hava kanalının Contasız-Silikonuz olması referans alınarak; Conta+Silikon veya Conta+Silikon+Akustikli levha kullanılması durumunda test basıncına bağlı olarak, hava kaçaklarının değişimi yüzde olarak verilmiştir.

Kanalda sızdırmazlık için Conta+Silikon kullanılması durumunda; sızdırmazlık malzemesi kullanılmaması durumuna göre hava kaçaklarında 400-1500 Pa arası

yapılan test basınçlarında sırasıyla; %20, %35, %37 ve %38 azalma meydana gelmektedir. Eğer kanal birleşim yerlerinde sızdırmazlık için Conta+Silikon+Akustik levha kullanılması durumunda da yine aynı test basınçlarında %62, %56, %58 ve %53 azalma oluşmuştur. Çizelge 3'te görüldüğü gibi; sızdırmazlık malzemesi kullanılmadığı durumda A sınıfı, Conta+Silikon kullanılması durumunda bazı basınç uygulamalarında B sınıfı, Conta+Silikon+Akustik levhası kullanıldığında ise kanalın sızdırmazlık sınıfı tüm test basınçlarında B sınıfı kategorisine yükselmiştir.



Şekil 7. Farklı sızdırmazlık uygulamaları için sızıntının değişimi

Figure 7. Change in the leakage amount for different sealing applications

### 4. Sonuçlar

Hava kanallarının imalatı, taşınması, montajı ve işçilik uygulamalarındaki farklılıklar nedeniyle hava sızıntılarının olması kaçınılmazdır. Hava kaçakları nedeniyle oluşan sızıntı hava dikkate değer oranda enerji kayıplarına neden olur. Hava kanallarındaki kaçak miktarlarının farklı kanal ölçüleri ve farklı sızdırmazlık uygulamaları için değişimi deneysel olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda test basıncı arttıkça hava kaçaklarının arttığı, kanal ebatları küçüldükçe yine kaçak miktarlarının arttığı görülmüştür. Kanal ölçüleri küçülüp, test basıncı arttıkça kanal sızdırmazlık sınıfı B sınıfından A sınıfına doğru gerilemektedir. Kanalların sızdırmazlık sınıfının belirlenmesinde standartlarda öngörülen birim yüzey alanından olan sızıntı ile birim birleşme yeri uzunluğu (kenet+flaş) için elde edilen sızıntı benzer karakteristikte olduğu görülmüştür.

Kanal birleşme yerinde sızdırmazlık için kullanılan Conta+Silikon ile birlikte ses yalıtımı için kullanılan akustik levha kullanılması hava sızıntısını dikkate değer oranda azalttığı görülmüştür. Tüm kanallarda akustik yalıtım levhası kullanılıp kullanılmamasının kararının verilmesinde, akustik levha için harcanacak bedel ile birlikte, hava kaçaklarının azaltılmasıyla sağlanan faydanın birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Çalışma kapsamında ve literatürden görüldüğü gibi, hava kanallarındaki sızıntının tamamen önlenmesi çok ekonomik değildir. Kaçakların azaltılması daha kaliteli işçilikle birlikte, kanalların kabul aşamasında mutlaka test edilmesi, varsa sorunların giderilmesi, sızıntı nedeniyle oluşan enerji kaybının azaltılmasında etkili olacaktır. Ülkemizdeki hava kanallarının sızıntı seviyelerinin tespitine yönelik ve özellikle büyük ticari binalardaki hava

kanalları için geniş ölçekli bir tarama yapılması, çıkacak sonuçlara göre ileriye yönelik olarak hava kanalları kabul ve devreye alma stratejilerinin belirlenmesinde yol gösterici rol oynayabilir.

## 5. Kaynaklar

- Aydın, Ç. (2004). Air leakage detection in various cross sectioned air ducts and research on manufacturing methods for airtightness. Izmir Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering, Master Thesis, İzmir, 108 s.
- Aydın, C. and Ozerdem, B. (2006). Air leakage measurement and analysis in duct systems. *Energy and Buildings*, 38, 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.05.010>
- Aydın, Ç., Aktakka, S., Kılınç, K. ve Özerdem, B. (2004). Havalandırma kanallarında meydana gelen kaçak miktarının tespit edilmesi ve bunu önlemeye yönelik uygulamalar. *Tesisat Mühendisliği*, 79, 20-27.
- Canbaz, H., Söylemez, E. and Onat, A. (2013). Air leakage measurement and analysis in duct type heating/cooling coils. *Energy Education Science and Technology, Part A: Energy Science and Research*, 31, 1. 79-86.
- Carrie, R.F., Bossaer, A., Andersson, V.J., Wouters, P. and Liddament, W.M. (2000). Duct leakage in European buildings: Status and perspectives. *Energy and Buildings*, 32, 3, 235-243. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(00\)00049-9](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(00)00049-9)
- Chan, W.R. (2014). Air Leakage of US Homes: Regression analysis and improvements from retrofit. <http://escholarship.org/uc/item/1fj9d8mj>
- Çimen, F. (2003). Hava kanalları. *TTMD, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki*, 1, Mart-Nisan, 2-15.
- Divarçı, H.Ö. (2020). Hava kanalı sızdırmazlık testleri ve commissioning (Cx) sürecine etkisi. *Tesisat Mühendisliği*, 176, 27-37.
- HVCA, DW 143. (2013). A practical guide to ductwork leakage testing. Heating and Ventilating Contractor's Association, London.
- EUROVENT 2/2 (1996). Air leakage rate in sheet metal air distribution systems. Eurovent/Cecomaf, Paris.
- Fisk, W.J., Delp, W., Diamond, R., Dickerhoff, D., Levinson, R., Modera, M., Nematollahi, M. and Wang, D. (2000). Duct systems in large commercial buildings: Physical characterization, air leakage, and heat conduction gains. *Energy and Building*, 32, 109-119. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(99\)00046-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(99)00046-8)
- Helfers, K. (21.02.2017). Duct leakage testing. [http://www.nebb.org/assets/1/7/NEBB\\_Duct\\_Leakage\\_Presentation.pdf](http://www.nebb.org/assets/1/7/NEBB_Duct_Leakage_Presentation.pdf)
- Modera, M.P. (2007). Investigation of leak sealing for supply and exhaust ductwork. 3rd Industry Workshop - Energy Efficient Technologies for Buildings - New and Retrofits, January 25-26, 2007. Dallas, TX.
- Modera, M., Craig, P. Wray, C.P. and Dickerhoff, D. (2014). Low pressure air-handling system leakage in large commercial buildings: Diagnosis, prevalence, and energy impacts. *HVAC&R Research*, 20, 559-569. <https://doi.org/10.1080/10789669.2014.920688>
- SMACNA (2012). Standard: HVAC air duct leakage test manual, 2nd Edition. Washington.
- Tosun, H., Söylemez, E. ve Onat, A. (2013). Kanal tipi ısıtma soğutma bataryalarında hava kaçaklarının incelenmesi. *Tesisat Mühendisliği*, 134, 69-75.
- TS EN 1507 (2006). Havalandırma-Binalarda-Kanal şebekesi-Dikdörtgen enkesitli sac metal hava kanalları-Dayanım ve sızdırmazlık-Özellik ve deneyler.
- TS EN 12237 (2006). Havalandırma-Binalarda-Kanal şebekesi-Dairesel enkesitli sac metal hava kanalları-Dayanım ve sızdırmazlık.
- Woolley, J.M., Gottlieb, J.D., Pistochini, T.E. and Modera, M.P. (2014). Energy and demand savings from sealing exhaust. Building energy research grant (BERG) program, Final report. [https://wcec.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2014/11/BERG\\_Energy\\_Demand\\_Savings\\_Sealing\\_Exhaust.pdf](https://wcec.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2014/11/BERG_Energy_Demand_Savings_Sealing_Exhaust.pdf)
- Wray, C.P. and Matson, N.E. (2003). Duct leakage impacts on VAV system performance in California large commercial buildings. <http://escholarship.org/uc/item/9c31t0h4>
- Wray, C.P., Diamond, R.C. and Sherman, M.H. (2005). Rationale for measuring duct leakage flows in large commercial buildings. <http://escholarship.org/uc/item/38x7347>



## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

### Yayla Kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis)'nin Farklı Biçim Dönemlerinde Uçucu Yağ İçeriği ve Bileşenleri

Hasan BAYDAR<sup>1\*</sup>, Fatime AVCU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar: hasanbaydar@isparta.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 11/08/2020

Kabul tarihi: 19/12/2020

**Anahtar Kelimeler:** Batı Akdeniz florası, Endemik tür, Hasat dönemi, Karvakrol, *Origanum minutiflorum*, Uçucu yağ

#### ÖZET

Batı Akdeniz florasına özgü endemik bir tür olan ve Isparta ilinin Sütçüler yöresinde yoğun olarak toplanan yayla kekiğinin tomurcuklanma başlangıcı, tomurcuklanma sonu, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu, tohum oluşumu ve tohum olgunlaşma olmak üzere yedi farklı devrede toprak yüzeyinden biçilerek toplama yapılmış, gölgede ve raf üzerinde kurutulduktan sonra yapraklarında hidro-Clevenger cihazında uçucu yağ içerikleri ve GC/MS cihazında uçucu yağ bileşenleri saptanmıştır. İlk hasat devresinden son hasat devresine doğru yaprak oranı %76.9'dan %64.2'ye düşüş, buna karşın sap oranı %23.1'den %35.8'e artış göstermiştir. Farklı biçim devrelerine göre en fazla uçucu yağ içeriği %3.0 ile tam çiçeklenme döneminde biçilen bitkilerden, en az uçucu yağ oranı ise %1.6 ile tohum olgunlaşma döneminde biçilen bitkilerden elde edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşeni olan karvakrol oranı biçim devrelerine göre önemli değişkenlik göstermiş, tomurcuklanma sonunda en yüksek oranda (%82.78) ve tohum olgunlaşma devresinde ise en düşük oranda (%50.83) tespit edilmiştir.

### Volatile Oil Content and Compounds at Different Harvest Stages of *Origanum minutiflorum* O.Schwarz et. P.H. Davis

#### ARTICLE INFO

Received: 11/08/2020

Accepted: 19/12/2020

**Keywords** West Mediterranean flora, Endemic species, Harvesting stage, Carvacrol, *Origanum minutiflorum*, Volatile oil

#### ABSTRACT

This research was carried out to determine the volatile oil content and compounds at different harvesting stages of *Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis, which is an endemic species to Western Mediterranean flora and especially collected wild in Sütçüler region of Isparta province in Turkey. The aerial parts of the plants were collected at seven different stages as follows: early budding, late budding, early flowering, full flowering, late flowering, seed formation, and seed maturation. After leaves were dried at shade on the drying rack, the volatile oil contents were detected by hydro-Clevenger apparatus, and the volatile oil compounds were analyzed by GC/MS. From the first harvesting stage to the last harvesting stage, the leaf rate decreased from 76.9% to 64.2%, while the stem ratio increased from 23.1% to 35.8%. Although the highest volatile oil content was 3.0% in the plants harvested at full flowering stage, the lowest content was 1.6% in the plants harvested at the seed maturation stage. The rate of carvacrol, the main compound of the volatile oil, varied considerably with respect to harvest stages and was highest at the end of budding (82.78%) and lowest at seed maturation (50.83%).

#### 1. Giriş

Türkiye florasında 3.649'u endemik olan toplam 11.707 adet bitki taksonu doğal olarak yetişmektedir (Güner vd., 2012). Endemik türler başta olmak üzere Türkiye florasında yayılış gösteren bitkilerin önemli bir bölümü tıbbi ve aromatik grubunda yer almaktadır. Ancak endüstriyel ve ekonomik değeri çok yüksek olan bu tür bitkilerden bazılarının kontrolsüz ve yoğun bir şekilde doğal habitatlarından toplanması sonucunda nesilleri tehdit altında bulunmaktadır (Arslan vd., 2015). Bu durum, Türkiye'de örneğin kekik başta olmak üzere yabancı olarak toplanan, büyük talep ve pazarı olan ancak nesli tehlike altında olan türlerin kültüre alınmasını zorunlu hale getirmiştir (Baydar ve Arabacı, 2013). Türkiye'de kekik olarak tanımlanan ve değerlendirilen türlerin başında *Origanum* cinsinden İzmir kekiği (*O. onites*), İstanbul kekiği (*O. vulgare* ssp. *hirtum*), Sütçüler kekiği (*O.*

*minutiflorum*), Alanya kekiği (*O. majorana*, syn. *O. dubium*) ve Suriye kekiği (*O. syriacum* var. *bevanii*) gelmektedir. Kekik bitkisinin en değerli sekonder metaboliti terpenoitler olup Türkiye'de yayılış gösteren ticari *Origanum* türlerinin uçucu (eterik) yağ içerikleri %0.2-6.4 arasında değiştiği rapor edilmektedir (Başer, 1993; 1994). Fonksiyonel gıda, baharat, parfüm, kozmetik ve ilaç üretimindeki yeri giderek daha da artan kekik ve kekik ürünlerinin güçlü antimikrobiyal ve antioksidan etkisi içerdiği karvakrol ve timol gibi terpenik bileşenlerden kaynaklanmaktadır (Baydar vd., 2004; Özkan vd., 2010; Chishti vd., 2013).

Son 20 yılda Türkiye genelinde kekik tarımı çok hızlı gelişme göstermiş, 2019 yılına gelindiğinde üretim alanı 16 bin hektarı ve üretim miktarı 18 bin tona yaklaşmıştır (TUİK, 2020) Denizli ilinde İzmir kekiğinin (*Origanum onites*) ve Manisa ilinde İstanbul kekiğinin (*Origanum*

*vulgare* subsp. *hirtum*) kültürü yapılmaktadır. Türkiye’de kültür kekiği üretim alanlarının %90’ı Denizli ilinde yer almaktadır. Türkiye’de kültür ve doğal olarak üretilen 15 bin ton kadar kekik ihracatı yapılarak 60 milyon doların üzerinde döviz kazanılmıştır. Bütün tıbbi ve aromatik bitkilerin ihracatından elde edilen gelirin neredeyse üçte biri kekik ihracatından gelmektedir. Sadece drog yaprak olarak değil aynı zamanda buhar distilasyonu ile damıtma yapılarak elde edilen kekik yağı ihracatından da yılda 2.5 milyon dolar döviz kazanılmaktadır. Hem Türkiye florası biyoçeşitliliğine hem de Türk ekonomisine sağladığı büyük katkılar göz önünde tutulduğunda kekik büyük bir değer ifade etmektedir.

Göller yöresi olarak adlandırılan Isparta ili ve çevresi Akdeniz ve İran-Turan floristik bölgelerinin kesişim alanında yer aldığından bilhassa *Labiatae (Lamiaceae)* türleri bakımından oldukça zengindir (Başer, 1993; 1994; Başer ve Kırmıner, 2018). Batı Akdeniz florasında yayılış gösteren ve özellikle Isparta ilinin Sütçüler ilçesi ve çevresine özgü endemik bir tür olan yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et P.H. Davis) nesli tehlike altında olan 10 tür arasında gösterilmektedir (Özhatay vd., 1997). Yöresel olarak Sütçüler kekiği, Tota kekiği ve Eşek kekiği olarak adlandırılan Yayla kekiği Isparta ilinin Sütçüler yöresinin yüksek rakımlı dağlarında (Dedegül dağı gibi) ve yaylalarında (Anamas yaylası gibi) doğal olarak yetişmektedir. Yayla kekiği, özellikle tali ürün olarak orman köylüleri tarafından yabancı olarak toplanarak yurt içi ve yurt dışı pazarlara satılmaktadır (Baydar vd., 2009). Ancak kontrolsüz ve şiddetli sökümler nedeniyle yoğunluğu her geçen yıl azalmaya devam etmektedir. Yayla kekiğinin en önemli üretim merkezlerinden olan Sütçüler ilçesinde bir zamanlar kuru yaprak üretimi yılda 1000 tonun üzerinde iken bu miktar son yıllarda 500 tonun altına düşmüştür. Bu endemik türün korunması ve sürdürülebilir üretimi için Isparta Orman Bölge Müdürlüğü tarafından bazı tedbirler (rotasyonlu toplama ve ihaleli satış gibi) alınmış ise de tam başarı sağlanamamıştır. Özellikle toplama şartnamesine uyulmaksızın kayıt dışı olarak kaçak toplama yapılması yayla kekiğinin geleceğini tehlikeye atmaktadır. Bir diğer önemli sorun da tüccarların daha yüksek yaprak ve yağ oranı, daha düşük sap ve toz oranı talep etmeleri sonucu çiçeklenme döneminden önce yapılan biçimlerdir (Baydar, 2005).

Tıbbi ve aromatik bitkiler içerdikleri biyoaktif maddeler nedeniyle değerlendirilen bitkilerdir. Biyoaktif maddeler ise bitkinin organlarına, bitkinin hayat devrelerine ve bitkinin toplama/biçme/hasat zamanlarına göre önemli değişiklikler gösterir. Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitki üreticileri her şeyden önce kaynak bitkinin biyoaktif madde değişimini (varyabilitesini) çok iyi bilmesi ve etken maddelerce en zengin olduğu yerde, devrede ve zamanda toplaması, biçmesi, hasat etmesi gerekir (Baydar, 2019). Özellikle hasat ve hasat sonrası işlemler gerek doğadan toplama gerekse tarımsal üretimden sağlanan tıbbi ve aromatik bitkilerde kaliteyi önemli ölçüde etkileyen faktörlerdendir. Etken madde oranı ve bileşimi istenen

düzeylede olan bir ürünün, hasat ve hasat sonrası işlemlerde yapılan hatalı uygulamalar sonucu kalitesi ve ekonomik değeri azalabilmektedir (Arslan vd., 2015).

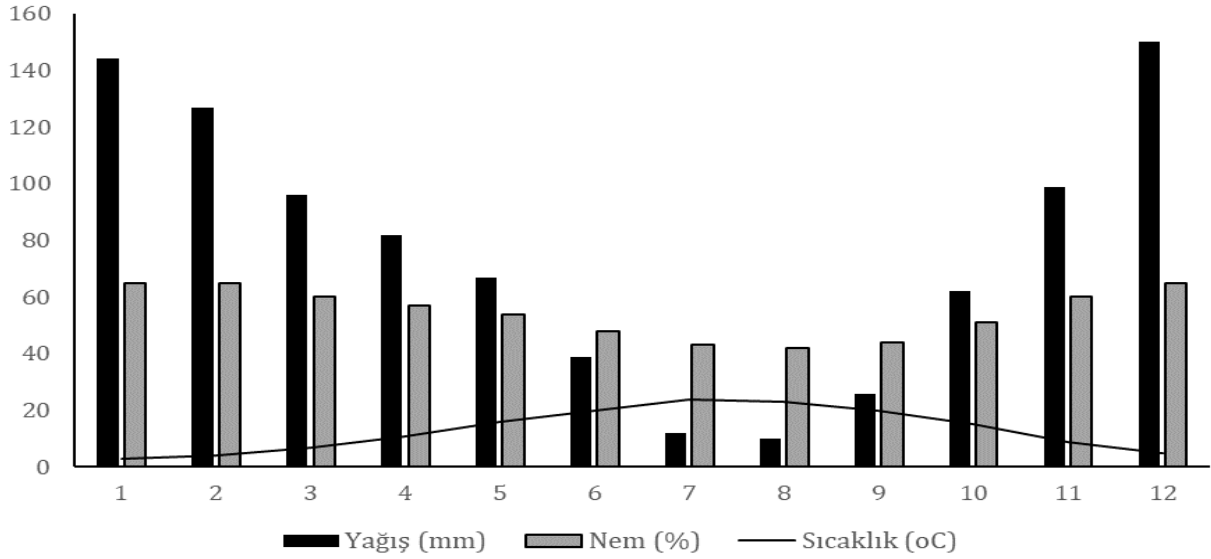
Baydar (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada, yayla kekiğinde farklı toplama zamanlarının uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi üzerine bir araştırma yapılmış, ancak Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Sütçüler yöresinde yayla kekiğinin doğal dengesini korumak ve toplama şartnamelerini güncellemek amacıyla daha kapsamlı bir çalışmaya ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Bu kapsamda, Isparta ilinin Sütçüler yöresinde endemik olarak yetişen ve Türkiye kekik ticaretinde önemli bir yeri bulunan yayla kekiğinde yüksek uçucu yağ verimi ve kalitesi için en uygun toplama veya biçim zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yayla kekiğinin Sütçüler florasında yoğun yayılış gösterdiği ve toplandığı yöreden farklı toplama (biçim) dönemlerini kapsayacak şekilde hasat yapılmıştır. Biçilen yayla kekiği örneklerinde yaprak oranı, uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri belirlenerek “Kalite esaslı sürdürülebilir toplama” hedefine dönük temel bilimsel bulguların elde edilmesine çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu araştırma, yayla kekiğinin (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis) doğal olarak yayılış gösterdiği Isparta ilinin Sütçüler yöresinde gerçekleştirilmiştir. Sütçüler yöresinin iklimi Ege, Akdeniz ve Karasal Orta Anadolu iklimleri arasında bir geçiş özelliği gösterir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklim yaşanır. Aylara göre yağış miktarları Akdeniz Bölgesine göre düşük, ortalama sıcaklık değerleri ise Orta Anadolu iklimine yakındır. Yazları gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkları oldukça belirgindir. Mevsimlere göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde en sıcak mevsim yaz, bunu sırayla sonbahar, ilkbahar ve kış izlemektedir. Sütçüler ilçesi meteoroloji ölçüm istasyonundan araştırmanın yürütüldüğü 2015 yılında elde edilen aylık ortalama sıcaklık (°C), nem (%) ve yağış (mm) verileri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Yörenin ortalama yağış miktarının en fazla olduğu aylar Kasım ve Aralık ayları (100-150 mm) iken, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama yağışın en az (10-15 mm) olduğu aylar olmuştur. Ortalama aylık hava nispi nemi en yüksek kış (ortalama %65) ve en düşük yaz (ortalama %45) mevsiminde gerçekleşmiştir. Aylık ortalama sıcaklık ise en düşük Ocak ayında (3 °C) ve en yüksek Temmuz ayında (25 °C) ölçülmüştür. Yörenin büyük bir kısmı işlemeli tarıma uygun olmayan orman rejimindeki araziler ile kaplı olup, topraklarının %75’e yakını kireçsiz kahverengi orman toprakları ile kırmızı Akdeniz toprakları oluşturur.

Yayla kekiğinin en fazla yayılış gösterdiği Sütçüler ilçesinin (37°45’ K ve 30°33’ D, 997 m) Sarımeşmetler köyünün 1400 m rakımlı yaylasında, Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü’nün gözetiminde ve izniyle 2015 yılında vejetasyon başlangıcında işaretlenen parsellerden biçim şeklinde hasat yapılmıştır.



Şekil 1. Sütçüler yöresinin aylık iklim verileri  
Figure 1. Monthly climate data of the Sütçüler region

Deneme arazisinde toprak yüzeyinden 15 cm yukarıdan olacak şekilde tomurcuklanma başlangıcı (11 Temmuz), tomurcuklanma sonu (18 Temmuz), çiçeklenme başlangıcı (21 Temmuz), tam çiçeklenme (25 Temmuz), çiçeklenme sonu (20 Ağustos), tohum oluşumu (9 Eylül) ve tohum olgunlaşma (20 Eylül) olmak üzere 7 farklı devrede biçim yapılmıştır.

Her bir biçim devresini temsil eden numuneler kurutma raflarında gölgede ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kuru herbadan yaprak ve saplar ayrılarak yaprak ve sap oranları belirlenmiştir. Her bir biçim dönemine ait kuru yaprak (drog yaprak) numuneleri Clevenger hidrodistilasyon aparatında 3 saat süreyle 5 tekrarlı olarak damıtılarak uçucu yağ oranları (% v/w) tespit edilmiştir (Ph. Eur., 1975).

Elde edilen uçucu yağların bileşenleri (koku molekülleri) GC/MS (QP Shimadzu 2010 Plus) cihazında tespit edilmiştir. 10 µl uçucu yağ 1 ml n-hekzan içinde eritildikten sonra GC/MS cihazının CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm; film thickness 0.25 µm) kolonuna enjekte edilmiştir. Kolon sıcaklığı 60 °C'den 220 °C'ye dakikada 10 °C artırılarak çıkartılmış ve 220 °C'de 10 dakika

bekletilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C, ve dedektör sıcaklığı 250 °C olarak tutulmuştur. Dedektör enerji akışı 70 eV, iyonlaştırma türü EI ve helyum akış hızı 20 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrumları WILEY, NIST, TUTOR kütüphanelerinden teyit edilmiştir.

Yaprak oranı, sap oranı ve uçucu yağ oranı özellikleri için elde edilen sayısal veriler 5 tekerrürlü olarak SAS (1999) istatistik programı yardımıyla F testi yapılarak ve incelenen özelliklere ilişkin ortalamalar arasındaki farklar Duncan (P<0.01) çoklu karşılaştırma yöntemine göre test edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yayla kekiğinin farklı hasat (biçim) devrelerinde elde edilen yaprak oranı ve sap oranı değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Her iki özellik için de elde edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli (P<0.01) bulunmuştur. İlk hasat devresinden son hasat dönemine doğru yaprak oranı %76.9'dan %64.2'ye düşüş, buna karşın sap oranı %23.1'den %35.8'e artış göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yayla kekiğinde farklı biçim dönemlerinin yaprak ve sap oranları üzerine etkisi  
Table 1. The effect of different harvesting stages on leaf and stem ratios in in highland oregano

Hasat (biçim) devreleri	Yaprak oranı (%)	Sap oranı (%)
Tomurcuklanma başlangıcı (TB)	76.9 a	23.1 e
Tomurcuklanma sonu (TS)	74.4 b	25.6 d
Çiçeklenme başlangıcı (ÇB)	71.4 c	28.6 cd
Tam çiçeklenme (TÇ)	69.8 c	30.2 c
Çiçeklenme sonu (ÇS)	68.5 cd	31.5 c
Tohum oluşumu (TO)	66.5 d	33.5 b
Tohum olgunlaşma (TOI)	64.2 e	35.8 a

\*Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P<0.01 ihtimal seviyesinde önemli değildir

Yayla kekiğinin ticari olarak değerlendirilen kısımları yaprakları (Folia Origani) olduğundan yapılan biçimlerde yaprak oranı fazla, sap oranı düşük herba elde edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda elde edilen sonuçlar, biçim zamanı veya hasat devreleri geciktikçe yaprak oranının azaldığını, buna karşın sap oranının arttığını göstermektedir. Baydar ve Arabacı (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin en önemli kültür kekiği üretim merkezi olan Denizli ilinde İzmir kekiği (*Origanum onites*)'nin Temmuz ayında tam çiçeklenme evresinde yaprak oranı %12.7-29.3, çiçek oranı %37.0-

66.4 ve sap oranı %20.9-40.6 arasında değiştiği, sap oranı azaldıkça yaprak oranının arttığı tespit edilmiştir.

Yayla kekiğinin farklı biçim devrelerini temsil eden kuru yaprakların su distilasyonu ile tespit edilen uçucu yağ oranları Çizelge 2 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. İlk hasat devresinden son hasat devresine doğru uçucu yağ oranı değerleri sırasıyla %2.4, %2.6, %2.7, %3.0, %2.1, %1.8 ve %1.6 olarak tespit edilmiş, ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yayla kekiğinde farklı biçim dönemlerinin uçucu yağ oranı üzerine etkisi

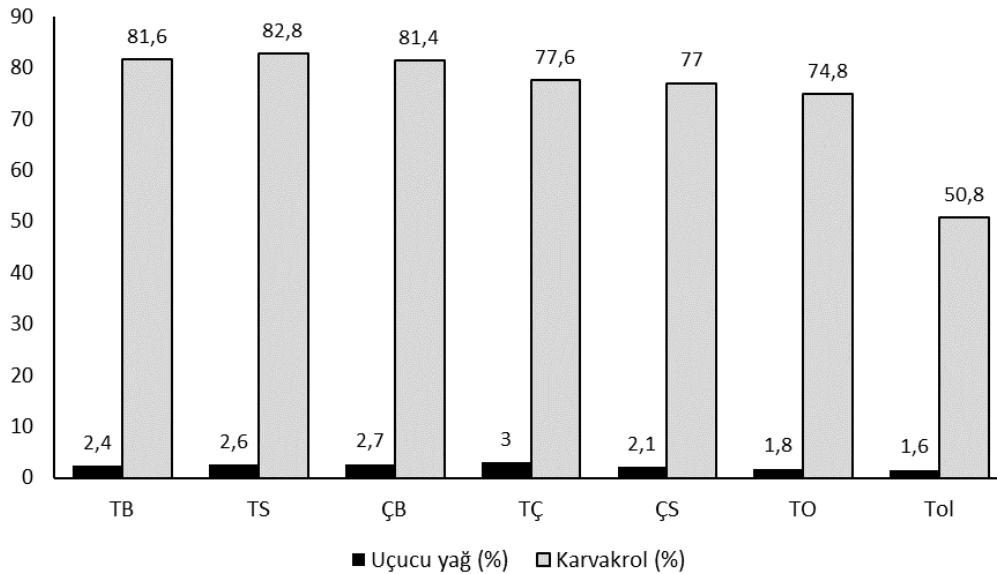
Table 2. The effect of different harvesting stages on the essential oil ratio in highland oregano

Hasat (biçim) devreleri	Uçucu yağ (%)
Tomurcuklanma başlangıcı (TB)	2.4 bc
Tomurcuklanma sonu (TS)	2.6 b
Çiçeklenme başlangıcı (ÇB)	2.7 b
Tam çiçeklenme (TÇ)	3.0 a
Çiçeklenme sonu (ÇS)	2.1 d
Tohum oluşumu (TO)	1.8 e
Tohum olgunlaşma (TOI)	1.6 e

\*Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P<0.01$  ihtimal seviyesinde önemli değildir.

Yayla kekiğinde en yüksek uçucu yağ içeriği %3.0 ile tam çiçeklenme devresinde, en düşük uçucu yağ oranı ise %1.6 ile tohum olgunlaşma devresinde elde edilmiştir (Şekil 2). Kekikte (*oregano*) uçucu yağ oranı ASTA (1977) standartlarına göre en az %2 olması istenmektedir. Buna göre, %2'nin altında uçucu yağ oranının elde edildiği tohum oluşumu ve tohum olgunlaşma devrelerinde biçilen kekikler %2'nin altında uçucu yağ içerdiklerinden ASTA standartlarına uygunluk göstermemişlerdir. Araştırmamızda, yayla kekiğinin %3 oranlarında uçucu yağ içeren tam çiçeklenme devresinin uçucu yağ üretimi için en ideal devre olduğu, bu devreyi %2.7 uçucu yağ oranı ile çiçeklenme başlangıcının takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Daha önce Baydar (2005)

tarafından yapılan çalışmada, yayla kekiğinde biçim dönemlerine göre uçucu yağ oranının %1.7-4.9 arasında değiştiği, en yüksek uçucu yağ oranının çiçeklenme başlangıcında elde edildiği tespit edilmiştir. Baydar vd. (2009) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, yüksek rakımlara doğru çıkıldıkça yayla kekiğinin (*O. minutiflorum*) uçucu yağ içeriğinin azalmaya başladığı, düşük rakımdan toplanan örneklerde ortalama % 3.3, yüksek rakımdan toplanan örneklerde ise ortalama % 1.9 uçucu yağ oranı bulunduğu rapor edilmiştir. Marzi vd. (1996), araştırma bulgularımızı destekler şekilde, kekikte drog yaprak üretimi için çiçeklenme başlangıcı devresinde, uçucu yağ üretimi için tam çiçeklenme devresinde biçim yapılması gerektiğini rapor etmişlerdir.



Şekil 2. Farklı biçim dönemlerine göre uçucu yağ ve karvakrol oranlarının değişimi

Figure 2. Changing essential oil and carvacrol ratios according to the different harvesting stages

Çizelge 3'te farklı devrelerde toplanan (biçilen) yayla kekiğinin uçucu yağ bileşenleri sunulmuştur. GC/MS analiz sonuçlarına göre toplam bileşen sayısı biçim devresine bağlı olarak 26 (çiçeklenme başlangıcı) ve 32 (tohum olgunlaşma) arasında değişmiş, yayla kekiği uçucu yağının en önemli üç bileşeninin karvakrol,  $\gamma$ -terpinen ve p-simen olduğu tespit edilmiştir. Yayla kekiği uçucu yağının ana bileşeninin karvakrol olduğu, ancak karvakrol oranının hasat devrelerine göre önemli değişkenlik gösterdiği, tomurcuklanma sonunda en yüksek oranda (%82.78) ve tohum olgunlaşma devresinde ise en düşük oranda (%50.83) bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 2). İlk üç hasat devresinde (tomurcuklanma başı, tomurcuklanma sonu ve çiçeklenme başlangıcı) karvakrol oranları %80'nin üzerinde birbirine çok yakın değerler vermiş (sırasıyla %81.57, %82.78 ve %81.41), tam çiçeklenme devresinden itibaren azalış göstererek tohum olgunlaşma devresinde %50.83'e kadar düşüş göstermiştir (Şekil 2). Sonuç olarak, yayla kekiğinde uçucu yağ

kalitesini belirleyen en önemli monoterpenik koku molekülü olan karvakrol bakımından zengin uçucu yağ üretmek için tomurcuklanma ile tam çiçeklenme devreleri arasında biçim yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

Yayla kekiği uçucu yağında karvakrol dışında ayrıca diğer iki önemli bileşenin  $\gamma$ -terpinen (% 1.94-5.32) ve p-simen (%3.36-19.32) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Genel olarak ilerleyen hasat devrelerine doğru  $\gamma$ -terpinen oranları azalış (% 4.47'den % 1.94'e), p-simen oranları ise artış (%3.64'ten %19.32'ye) göstermiştir. Ayrıca tomurcuklanma başından tohum olgunlaşma devresine doğru gidildikçe geliş zamanı (Rt) sıralamasına göre  $\alpha$ -thujen %0.66'dan %1.78'e,  $\alpha$ -pinen %0.70'den %1.91'e, kamfen %0.26'dan %1.85'e, 1,8-sineol %0.31'den %1.32'ye, t-sabinen hidrat %1.01'den %3.20'ye, linalool %0.31'den %0.82'ye, borneol %0.55'ten %3.93'e, 4-terpineol %0.45'ten %0.84'e,  $\alpha$ -terpineol %0.00'dan %0.47'ye ve timokinon %0.00'dan %5.35'e düzenli olarak artış göstermiştir.

Çizelge 3. Yayla kekiğinde farklı biçim dönemlerinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%)

Table 3. The effect of different harvesting periods on essential oil compounds (%) in highland oregano

Bileşenler	Rt (dk.)	TB*	TS	ÇB	TÇ	ÇS	TO	TOI
$\alpha$ -Thujen	5.57	0.73	0.66	0.69	0.92	1.16	0.76	1.78
$\alpha$ -Pinen	5.80	0.78	0.70	0.80	0.99	1.04	0.81	1.91
Kamfen	6.32	0.28	0.26	0.36	0.65	0.83	0.78	1.85
Sabinen	7.09	-	-	-	0.02	0.03	0.02	0.10
$\beta$ -Pinen	7.28	0.41	0.36	0.40	0.44	0.57	0.44	0.89
Mirsen	7.69	1.50	1.39	1.44	1.69	1.58	0.92	0.98
3-Oktanöl	7.96	0.04	0.03	0.04	-	0.04	0.06	0.07
$\alpha$ -Fellandren	8.35	0.18	0.17	0.18	0.20	0.17	0.09	0.11
$\delta$ -3-Karen	8.47	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.11
$\alpha$ -Terpinen	8.81	1.12	0.97	1.10	1.13	1.14	0.63	0.93
p-Simen	9.13	3.64	3.36	3.52	3.84	5.66	5.77	19.32
z-Thujenöl	9.28	-	-	-	-	-	-	0.08
Limonen	9.35	0.21	0.19	0.20	0.34	0.38	-	0.56
$\beta$ -Fellandren	9.40	0.19	0.14	0.16	0.14	0.11	0.27	0.20
1,8-Sineol	9.48	0.31	0.31	0.37	0.52	0.65	0.93	1.32
$\beta$ -Osimen	10.17	0.02	0.03	-	0.04	0.03	-	-
$\gamma$ -Terpinen	10.72	4.47	3.94	4.48	4.32	5.32	2.64	1.94
t-Sabinen hidrat	11.28	1.01	1.08	1.08	1.31	1.46	1.68	3.20
$\alpha$ -Terpinolen	12.08	0.10	0.09	0.11	0.14	0.14	0.12	0.13
Linalool	12.87	0.31	0.38	0.35	0.50	0.40	0.57	0.82
Verbenol	15.38	-	-	-	-	-	-	0.10
Borneol	16.85	0.55	0.56	0.77	1.46	1.85	2.82	3.93
4-Terpineol	17.41	0.45	0.34	0.43	0.49	0.56	0.84	0.84
$\alpha$ -Terpineol	18.52	-	0.07	0.13	0.20	0.22	0.43	0.47
Dihidrokarvon	18.50	-	-	-	-	-	-	0.12
Benzen	21.19	-	-	-	-	-	-	0.14
Timokinon	21.90	-	0.05	-	0.04	0.15	0.34	5.35
Anethol	24.07	0.20	-	-	1.12	0.12	-	-
Timol	24.62	0.25	0.24	0.20	0.15	0.16	0.22	0.24
Karvakrol	25.48	81.57	82.78	81.41	77.58	77.00	74.87	50.83
Karyofillen	32.48	1.14	1.23	1.25	1.23	0.94	1.23	1.18
(+)-Aromadendren	33.65	0.22	0.25	-	0.20	0.14	0.14	0.13
Alloaromadendren	33.67	-	-	0.23	-	-	-	-
Viridifloren	37.01	0.15	0.18	0.16	0.14	0.06	0.08	0.06
Spathulenol	42.08	0.07	0.11	0.08	0.07	0.08	0.15	-
Karyofillen oksit	42.32	-	0.08	-	0.07	-	0.23	0.07
Bileşen sayısı		27	29	26	30	30	28	32

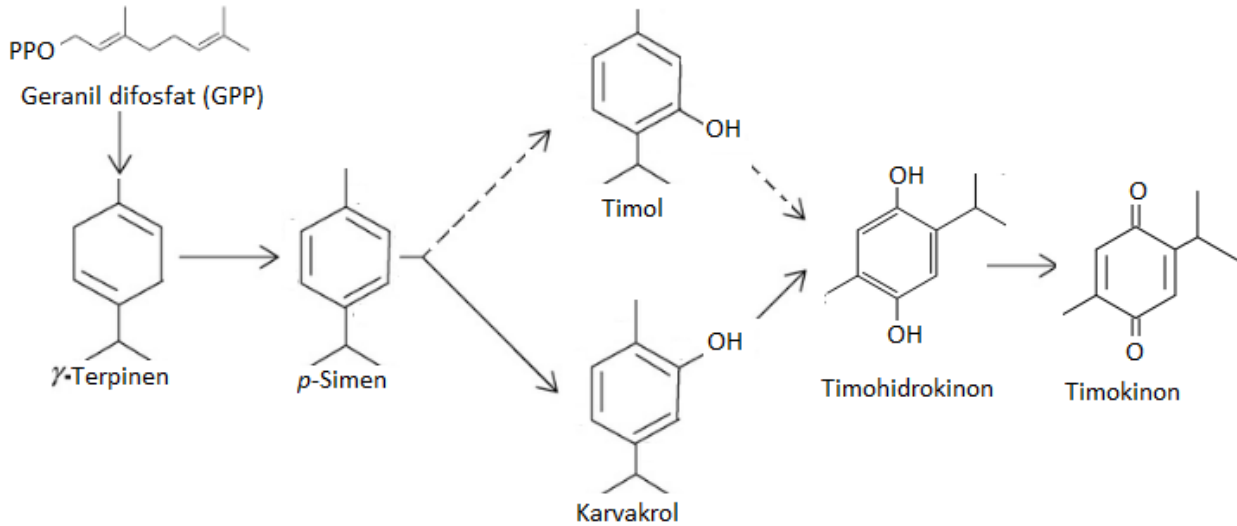
\*TB: Tomurcuklanma Başlangıcı, TS: Tomurcuklanma Sonu, ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, TÇ: Tam Çiçeklenme, ÇS: Çiçeklenme Sonu, TO: Tohum Oluşumu, TOI: Tohum Olgunlaşma

*Thymus* cinsi kekik türlerinin önemli bir uçucu yağ bileşeni olan timol ise hasat devrelerine göre önemli bir değişim (%0.15-0.25) göstermemiştir (Çizelge 3). Baydar (2005), Sütçüler yöresinde yayla kekikinin tomurcuklanma devresinden çiçeklenme sonu devresine doğru gidildikçe karvakrol oranının %84.5'ten %92.3'e artış, p-simen oranının %4.9'dan %1.5'e azalış gösterdiğini, tohum olgunluk devresinde karvakrol oranının %60.3 olarak en düşük ve p-simen oranının %16.9 gibi en yüksek değerine ulaştığını tespit etmiştir.

Başer (1993; 1994) Sütçüler florasından toplanan yayla kekikinde en önemli uçucu yağ bileşeninin karvakrol (% 83.6) olduğunu, Kokkini vd. (1997) İstanbul kekikinde (*O. vulgare* ssp. *hirtum*) güz mevsiminde yapılan biçimlerin yaz mevsiminde yapılan biçimlere göre daha düşük oranda karvakrol, fakat daha yüksek oranlarda p-simen ve timol verdiğini kaydetmişlerdir. Özkan vd. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada, İzmir kekikinde (*Origanum onites*) uçucu yağ üretimi ve kuru yaprak üretimi için en ideal biçim döneminin çiçeklenme başlangıcı olduğu, bu devrede biçilen kekiklerde en yüksek toplam fenolik madde (149.4 mg, GAE g/ekstrakt), en yüksek antioksidan kapasite (180.4 mg, AAE g/ekstrakt), en yüksek

rosmarinik asit (g/kg), en yüksek uçucu yağ içeriği (%3.2) ve uçucu yağda en yüksek karvakrol oranı (%88.7) elde edildiği tespit edilmiştir.

Kekik uçucu yağ bileşenlerinden birisi de timokinondur. Bu bileşenin farmakolojik etkisi (özellikle anti-histamin ve antioksidan) oldukça güçlüdür; tıbbi olarak ağrı ve iltihap önleyici etkisinden faydalanılmaktadır (Baydar, 2019). Timokinon'un öncül molekülü olan timohidrokinon karvakrolden ve bazen de timolden sentezlenmektedir (Botnick vd., 2012). Bu nedenle, karvakrol ve timokinon arasında olumsuz bir ilişki vardır; timokinon oranı arttıkça karvakrol oranı düşmektedir (Şekil 3). Araştırmamızda, çiçeklenme sonrasında tohum olgunlaşma devrelerinde (TO ve TO1) timokinon oranlarındaki artışlarla birlikte karvakrol oranları azalış göstermiştir (Çizelge 3). Tohum olgunlaştırma devrelerinde biçilen yayla kekikçi yapraklarından elde edilen uçucu yağların açık sarı yerine kırmızı tonlarda renk verdiği gözlenmiştir. Açık sarıdan kırmızıya dönüşümün uçucu yağdaki yüksek timokinon artışıyla ilgili olabileceği öngörülmüş olmakla birlikte, bilimsel olarak detaylı araştırmalarla desteklenmeye ihtiyaç vardır.



Şekil 3. Bitkilerde timokinon sentez yolları (Botnick vd., 2012'den modifiye edilmiştir)

Figure 3. Thymoquinone synthesis pathways in plants (Modified from Botnick et al., 2012)

#### 4. Sonuç

Isparta ili Sütçüler florasında doğal olarak yetişen ve ticari olarak yoğun şekilde toplanan yayla kekikçi (*Origanum minutiflorum*) nesli tehlike altında olan türler arasında bulunmaktadır. Sütçüler yöresinde ticari beklentilere bağlı olarak (baharat, uçucu yağ veya bal üretimi gibi) değişik zamanlarda toplanmakta ve bu nedenle hem yurt içi hem de yurt dışı pazarlarda önemli kalite sorunları ile karşılaşmaktadır. Örneğin baharat üretiminde daha çok çiçeklenme öncesinde, uçucu yağ üretiminde daha çok çiçeklenme başlangıcında, kekik balı ve tohum üretiminde ise daha çok çiçeklenme sonunda hasat edilmesi istenmektedir. Ancak bu araştırma sonuçlarının da gösterdiği gibi çiçeklenme öncesinde yapılacak erken toplamalarda veya çiçeklenmeden sonra yapılacak geç

toplamalarda yayla kekikinin uçucu yağ oranı ve kalitesi düşmektedir.

ASTA (1977) standartlarına göre kuru kekik (*oregano*) yapraklarında uçucu yağ oranının en az %2 olması, serbest piyasa koşullarında ise kekik yapraklarında uçucu yağ oranının %2.5'ten, karvakrol oranının ise %75'ten daha fazla olması istenmektedir. Ulusal ve uluslararası standartlar dikkate alındığında, yayla kekikinde nispeten yaprak oranının daha fazla, sap oranının daha düşük olduğu, yaprakta uçucu yağ oranının (>%2.5) ve uçucu yağda karvakrol oranının (>%75) en fazla olduğu çiçeklenme başlangıcı veya tam çiçeklenme devrelerinde biçim yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Sütçüler yöresinde yayla kekikçi aynı zamanda dünyaca ünlü yayla balı üretiminde bal arıları için nektar ve polen



kaynağıdır. Bal arılarının kekik çiçeklerinden faydalanabilmesi için çiçeklenme sonuna kadar toplama veya biçim yapılmaması gerekmektedir. Bu araştırma sonuçları göstermiştir ki çiçeklenme sonunda dahi kekik yaprakları %2'nin üzerinde uçucu yağ ve %75'in üzerinde karvakrol içermektedir. Bu nedenle kekik balı üretimi için çiçeklenme sonuna kadar biçimin geciktirilmesi durumunda dahi ASTA standartlarına uygun bir üretimin yapılabileceği anlaşılmıştır.

Bu araştırmadan elde edilen diğer bir önemli bulgu da yayla kekiği eğer tohum bağlama ve olgunlaşma devresinde biçilerek damıtılacak olursa elde edilen kırmızı renkteki uçucu yağında tıpta önemli bir antikanser, anti-histamin ve antioksidan özellikli aktif madde olan timokinon (*thymoquinone*) yüksek oranda (>%5) bulunmaktadır. Yayla kekiğinden timokinon içeriği yüksek uçucu yağ üretmek isteniyorsa, drog yaprak verimi, uçucu yağ oranı ve karvakrol oranı bakımından önemli düşüşler olacağını göz önünde bulundurarak biçim zamanının olgunlaşma devresi sonuna kadar geciktirilmesi gerekmektedir.

Isparta ilini içine alan Batı Akdeniz Bölgesinde her yıl 400-500 ton kadar yayla kekiği yaprağı ve 150-250 ton kadar kuru kekik sapı elde edilmektedir. Ancak kuru kekik sapsız olarak değerlendirilmemektedir. Oysa kuru kekik sapsızlarının öğütülüp düşük bir oranda (<%1) hayvan yemine karıştırılarak (Sütçüler yöresi aynı zamanda bölgenin çok önemli bir kıl keçisi üretim merkezidir) antibiyotik etkisinden faydalanılabileceği öngörülmüştür.

## 5. Teşekkür

Üniversite öğrencileri yurt içi araştırma projeleri destek programı 2209-A kapsamında bu araştırmaya maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## 6. Kaynaklar

Arslan, N., Baydar, H., Kızıl, S., Karık, Ü., Şekeroğlu, N., ve Gümüştü, A. (2015). Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak, Ankara.

- ASTA (1977). American Spice Trade Association. The nutritional composition of spices. Research Committee.
- Başer, K.H.C. (1993). Essential oils of Anatolian Lamiaceae: A profile. *Acta Horticulturae*, 333, 217-238.
- Başer, K.H.C. (1994). Essential oils of Lamiaceae from Turkey: Recent results. *Lamiales Newsletter*, 3, 6-11.
- Başer, K.H.C. and Kırmır, N. (2018). Essential oils of Anatolian Lamiaceae - An update. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 5(4), 1-28.
- Baydar, H. (2005). Yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et P.H. Davis)'nde farklı toplama zamanlarının uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 175-178.
- Baydar, H. (2019). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (7. Basım). Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 2328, Ankara.
- Baydar, H., Arabacı, O. (2013). Türkiye'nin kekik üretim merkezi olan Denizli'de kültür kekiğinin (*Origanum onites* L.) tarımsal ve teknolojik özellikleri. 10. Tarla Bitkileri Kongresi, 10-13 Eylül 2013, Konya.
- Baydar, H., Karadoğan, T., Özçelik, H. (2009). Göller yöresinde yayılış gösteren kekik (*Origanum*, *Thymus*, *Satureja* ve *Thymbra* sp.) türlerinin belirlenmesi ve uçucu yağ özelliklerinin saptanması. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15, 169-172.
- Botnick, I., Xue, W., Ibdah, M., Schwartz, A., Joel, D., Lev, E., Fait, A., Lewinsohn, E. (2012). Distribution of primary and specialized metabolites in *Nigella sativa* seeds. *Molecules*, 17, 10159-10177.
- Chishti, S., Kaloo, Z.A., and Sultan, P. (2013). Medicinal importance of genus *Origanum*: A review. *J. Pharmacognosy Phytother*, 5(10), 170-177.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Kokkini, S., Karousou, R., Dardioti, A., Krigas, N., and Lanaras, T. (1997). Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry*, 44, 883-886.
- Marzi, V. (1996). Agricultural practices of oregano. Proceedings of the TPGRI International Workshop on Oregano. 8-12 May, Bari, Italy.
- Özhatay, N., M. Koyuncu, S. Atay ve Byfield, A. (1997). Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, İstanbul
- Özkan, G., Baydar, H., and Erbaş, S. (2010). The influence of harvest time on essential oil composition, phenolic constituents and antioxidant properties of Turkish oregano (*Origanum onites* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 205-209.
- Ph. Eur. (1975). *European Pharmacopoeia*. Maissonneuve Sainteruffine, 3, 68.
- SAS (1999). SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- TÜİK (2020). Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 11.08.2020)

## Afyonkarahisar İli Domates Serasında Önemli Zararlı Popülasyonlarının Renkli Yapışkan Tuzaklar ile İzlenmesi<sup>1</sup>

Rahime TANIK<sup>1</sup>, Yakup ÇELİKPENÇE<sup>1</sup>, İsmail KARACA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta  
\*Sorumlu yazar: ismailkaraca@isparta.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 31/10/2020  
Kabul tarihi: 15/12/2020

**Anahtar Kelimeler:** *Frankliniella occidentalis*, *Jeotermal sera*, *Renkli yapışkan tuzak*, *Trialeurades vaporariorum*, *Tuta absoluta*

### ÖZET

Örtü altı yetiştiriciliğinde ekonomik kayba sebebiyet veren birçok zararlı ve hastalık etmeni olduğu bilinmektedir. Bu zararlı etmenler içerisinde thrips, beyaz sinek, kırmızı örümcek ve yaprak biti önemli kayıplara neden olabilecek potansiyele sahip zararlılardır.

Son yıllarda domates üretim alanlarında yoğun olarak görülen domates güvesi de bu zararlı türlerden birisidir. Kapalı alandaki üretilen domateslerde bu zararlıya karşı özellikle kimyasal mücadele uygulanmakta olup, yoğun kullanılması sonucunda kimyasallara dayanıklılık ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bu zararlı böcekler ile mücadele etmek için birçok yöntemte başvurulmakta bu yöntemlerden biyoteknik yöntemlerden yararlanılarak zararlıların popülasyon takibi yapılabilmektedir.

Bu çalışmada Afyonkarahisar ili Sandıklı ilçesine bağlı 80 dönümlük jeotermal bir serada domates güvesi (*Tuta absoluta* Meyrick), sera beyaz sineği (*Trialeurades vaporariorum* Westwood) ve batı çiçek thrips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande))'ne karşı siyah, sarı ve mavi yapışkan tuzak kullanılarak zararlıların popülasyonları izlenmiş ve yoğunlukları belirlenmiştir.

Sonuç olarak, özellikle feromonla desteklenmiş siyah tuzakların domates güvesini çekmede oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca sera beyaz sineğini sarı yapışkan tuzaklar daha fazla çekerken, batı çiçek thripsini mavi tuzaklar daha fazla çekmiştir.

## Monitoring of Important Pest Populations by Colored Sticky Traps at Tomato Greenhouse in Afyonkarahisar Province

### ARTICLE INFO

Received: 31/10/2020  
Accepted: 15/12/2020

**Keywords:** *Frankliniella occidentalis*, *Geothermal greenhouse*, *Colored sticky trap*, *Trialeurades vaporariorum*, *Tuta absoluta*

### ABSTRACT

It is known that there are a lot of pests and diseases that caused economic losses in the greenhouse growing. Among these pests, thrips, whiteflies, red mites, and aphids are potential pests that caused important losses.

In recent years, tomato leaf miner extensively observed in the tomato growing areas is one of these pests too. Again, this pest in the tomatoes greenhouses chemical control methods are intensively used and this pest developed resistance to these chemicals. For this reason, many control methods are used against these pests and biotechnical methods are used for population monitoring of pests.

In this study, the populations of tomato moth (*Tuta absoluta* Meyrick), greenhouse whitefly (*Trialeurades vaporariorum*, Westwood), and the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) were observed by using black, yellow, and blue sticky traps in an 80-acre geothermal greenhouse in Sandıklı district of Afyonkarahisar province and their population densities were determined.

As a result, especially pheromone-supported black traps were found to be quite successful in attracting tomato moth. Also, greenhouse white fly attracted more of the yellow sticky traps while the western flower thrips attracted more of the blue traps.

### 1. Giriş

Seracılık genel anlamıyla hava koşullarının uygun olmadığı durumlarda ekonomik değeri olan sebze ve süs bitkileri tarımının yapıldığı tesisler olarak bilinmektedir (Yüksel ve Yüksel, 2011; Birişik, 2013). Plastik örtünün kullanılmasıyla hızlı bir şekilde artış gösteren seracılık, Türkiye’de de 1940’lı yıllarda

Antalya’da kurulan seralar ile başlamış ve hızlı bir şekilde artmıştır (Sevgican vd., 2000). Günümüzde ise Ege ve Akdeniz kıyı bandında yoğun olmak üzere ülkenin birçok yerinde sera içerisinde üretim yapılmaktadır. Antalya, Mersin ve Adana gibi kış ayları ılık geçen yerlerdeki seraların ısıtılmasında çoğunlukla soba kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin hızla artması ve sera ısıtılmasında da kullanılmasıyla yıl içerisinde hemen hemen her zaman

<sup>1</sup>Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

ürün elde edilmeye başlanmıştır. Türkiye’de jeotermal sahalar büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal sahaların %95’i hacim ısıtma uygulamalarına uygundur. Jeotermal enerji ile sera ısıtma sistemleri, jeotermal akışkanın çıkarıldığı bölgeden tüketicilerin bulunduğu alanlara taşınması için kullanılan elemanlar topluluğu olarak değerlendirilir. Sera ısıtmasında 2013 verilerine göre yaklaşık 3202 dekar alan jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Bu alanların yaklaşık yarısı İzmir (%24.48) ve Manisa (%23.42) illerinde bulunmakta olup, Afyon ise 358 da (%11.18) alan ile önemli bir paya sahiptir (TÜİK, 2019). Örtüaltı yetiştiriciliğinde birçok hastalık ve zararlı etmeni bulunmakta ve bunlarla mücadele yapılmadığı takdirde ciddi ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu zararlıların başında thrips, beyazsinek, kırmızı örtümcek ve yaprak bitleri ile son zamanlarda özellikle domates üretim alanlarında domates güvesi, *Tuta absoluta* gelmektedir. *Tuta absoluta*, hızlı çoğalmasından dolayı, domates yetiştirilen alanlara kısa sürede yayılmakta ve yaprakların iki epidermisi arasında, sürgünlerde ve meyvede beslenerek %100’lere varan zararlar meydana getirmektedir (Harizanova vd., 2009; Karabüyük, 2011; Karut vd., 2011; Loni vd., 2011; Ünlü, 2012; Öztemiz, 2012; Cuthbertson vd., 2013; Bayram vd., 2014). Zararlının tarımsal önemi ve kimyasal mücadelenin olumsuz yanlarından dolayı alternatif mücadele yöntemleri arz etmektedir. Bu yöntemlerden biri olan biyoteknik mücadelede özellikle yapışkan tuzak kullanımı zararlıların popülasyonun düşürülmesinde ve yoğunluklarının belirlenmesinde etkindir. Ülkemizde örtüaltı domates üretilen alanlarda thripslere karşı mavi tuzak, beyaz sineklere karşı sarı tuzak, domates güvesine karşı da siyah tuzak kullanılmaktadır (Oba vd., 2014; Uzun vd., 2015). Afyon ili Sandıklı ilçesinde termal ısıtma ile örtüaltı yetiştiriciliği yapılan yerlerin büyük bir kısmında söz konusu zararlılara karşı mücadele yapılmaktadır. Bölgede yer alan tüm seralarda üreticiler yaygın olarak kimyasal savaşıma öncelik vermektedirler. Ne yazık ki bu mücadelelerde zararlıların popülasyon durumları ve ekonomik zarar eşikleri dikkate alınmamaktadır. Mücadele programlarının belirlenmesinden önce yetiştiricilik yapılan alanda zararlıların yoğunluklarının ve yıl içindeki popülasyon gelişmelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, bu çalışmada 80 dekarlık domates üretim alanında ana zararlıları oluşturan thrips, beyazsinek ve domates güvesinin popülasyon takibi ve yıl içindeki dağılımı farklı renklerdeki yapışkan tuzaklar yardımıyla belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini Altes domates çeşidi ve sarı, mavi, siyah yapışkan tuzaklar ile domates güvesi (*Tuta absoluta* Meyrick), sera beyaz sineği (*Trialeurades vaporariorum* Westwood) ve batı çiçek thripsisi (*Frankliniella occidentalis* Pergande) oluşturmaktadır.

### 2.1. Çalışmanın yürütüldüğü jeotermal sera

Çalışmanın yürütüldüğü Jeotermal ısıtmalı sera, Yaşarlar Şirketler Grubu tarafından 2014 yılında Afyon ilinin Sandıklı ilçesinde kurulmuştur. Sera 80.000 m<sup>2</sup>’lik alana

kurulmuş ve uluslararası ürün portföyüne sahiptir. Isıtma jeotermal kaynaklarla sağlanmakta ve bu üretim tesisinde salkım domates ve kokteyl domates olmak üzere yılda 5.000 ton domates yetiştirilmektedir. Teknolojik seranın ısıtma sistemi jeotermal sıcak su ile sağlanmakta olup, topraksız tarım yapıldığından dolayı bitkinin ihtiyacı olan besin maddeleri sulama sistemi yardımıyla yapılmaktadır. Tüm seranın kontrolü otomasyon sistemi ile takip edilmekte ve zorunlu hallerde müdahale edilmektedir. Ziraat mühendisleri kontrolünde ihtiyaca göre ilaçlama ve gübreleme yapılmaktadır. Kültürel işlemler çalışan bayan işçiler tarafından teknisyenlerin kontrolü altında yapılmaktadır.

Serada son beş yıldır Altes domates çeşidi dikilmekte ve 2017 yılı için dikimler 5-7 Aralık tarihleri arasında yapılmıştır. Fideler dikildikten sonra gübreleme, hastalık, zararlı kontrolü ve kültürel bakım işlemleri yetkili ziraat mühendisleri tarafından takip edilmektedir.

### 2.2. Denemelerin kurulması

Çalışmada kullanılan Altes çeşidi domates fideleri 02/12/2016 tarihinde seraya getirilmiş ve kokopitler üzerine dikilmiştir. Dikimle birlikte sarı, mavi ve siyah yapışkan tuzaklar her tünelde birer adet bulunacak şekilde 5’er metre aralıklarla ve bitkilerin tepe seviyesinin 15-20 cm üzerinde olacak şekilde sırasıyla asılmıştır.

Siyah (*Tuta absoluta* feromonlu ve feromonsuz), mavi ve sarı tuzaklar her tünelde 5’er metre aralıklarla olacak şekilde asılmıştır. Tüm yapışkan tuzaklar haftalık olarak değiştirilmiş ve Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Biyolojik Mücadele Araştırma ve Uygulama Laboratuvarına getirilerek mikroskop altında zararlıların sayımı yapılmıştır. Farklı renkteki tuzaklarda yakalanan tüm zararlılar da sayılarak not edilmiştir. Ayrıca karşılaştırma amacıyla aynı bölgede bulunan benzer özelliklere sahip ayrı bir seraya da söz konusu tuzaklar zararlıların en yoğun olarak görüldüğü dönemlerde asılmış ve yakalanan zararlıların sayımları kaydedilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

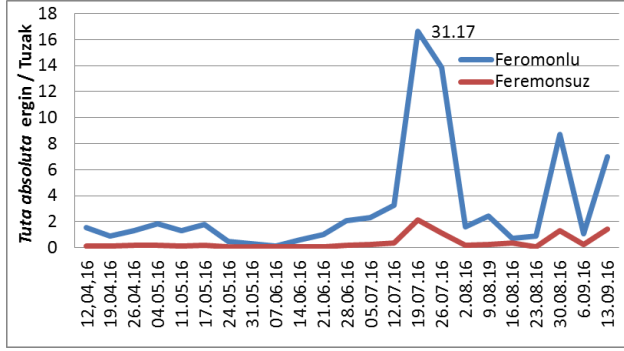
Materyal ve yöntemine uygun olarak yürütülen çalışmalar sonucunda farklı renkteki yapışkan tuzaklara bağlı olarak yakalanan farklı zararlı erginlerinin popülasyon değişimi aşağıda verilmiştir.

### 3.1. *Tuta absoluta* popülasyon gelişimi

*Tuta absoluta* ergin bireylerinin feromonlu ve feromonsuz siyah renkli yapışkan tuzaklarda popülasyon değişimi ise Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1 incelendiğinde domates güvesinin sezon başlangıcında popülasyonu tuzak başına oldukça düşük oranda seyredirken 19 Temmuz tarihinde bu sayı feromonlularda tuzak başına 31.17 olarak belirlenmiştir. Daha sonra popülasyon tekrar düşmüş ve hasata kadar dalgalanarak devam etmiştir. Şekilden de anlaşıldığı gibi feromonlu tuzaklarda yakalan birey sayısı feromonsuzlara göre daha yüksek olmuş ve aralarındaki fark Student’s t

testine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1).



Şekil 1. Feromonlu ve feromonsuz siyah renkli yapışkan tuzaklarda *Tuta absoluta* popülasyon değişimi.  
Figure 1. Population fluctuation of *Tuta absoluta* in black sticky traps with and without pheromon.

Şekil 1 incelendiğinde domates güvesinin sezon başlangıcında popülasyonu tuzak başına oldukça düşük oranda seyredirken 19 Temmuz tarihinde bu sayı feromonlulara tuzak başına 31.17 olarak belirlenmiştir.

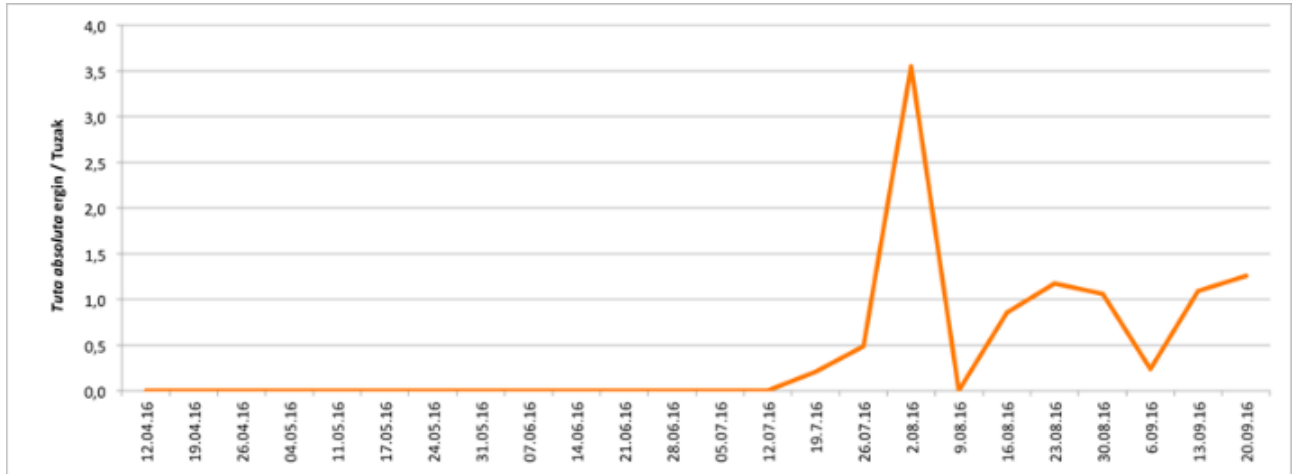
Daha sonra popülasyon tekrar düşmüş ve hasata kadar dalgalanarak devam etmiştir. Şekilden de anlaşıldığı gibi feromonlu tuzaklarda yakalanan birey sayısı feromonsuzlara göre daha yüksek olmuş ve aralarındaki fark Student's t testine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1).

Çizelge 1. Feromonlu ve feromonsuz siyah renkli yapışkan tuzaklarda yakalanan *Tuta absoluta* sayıları (Ort.±SH)  
Table 1. Numbers of *Tuta absoluta* in black sticky traps with and without pheromon (Mean ±SE)

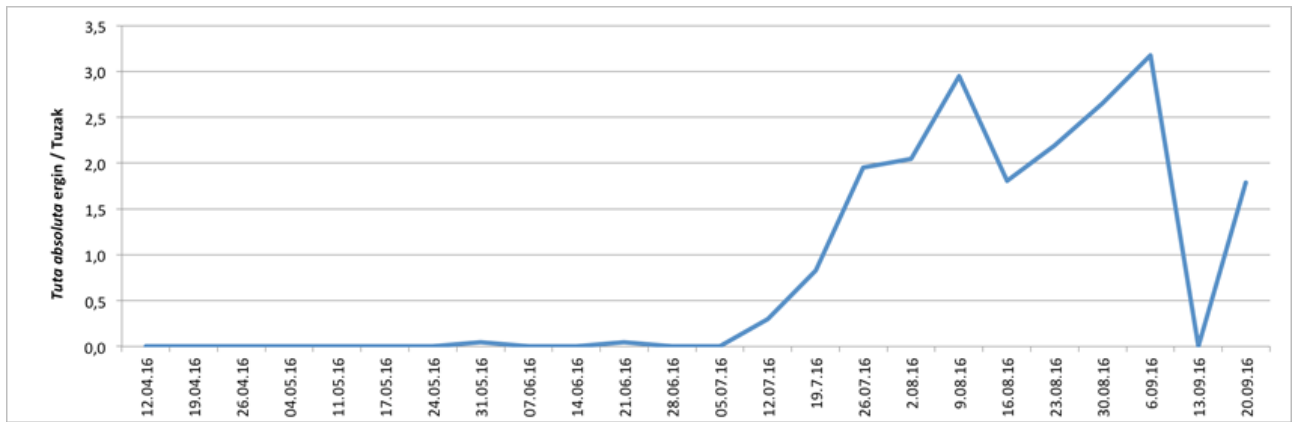
Tuzak Tipi	Ortalama ergin domates güvesi / tuzak
Feromonlu	3.75 ± 1.41 a*
Feromonsuz	0.38 ± 0.11 b

\*Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey ( $p \leq 0.05$ ) testine göre önemlidir.

Ayrıca sarı ve mavi renkli tuzaklarda yakalanan domates güvesi sayıları da kaydedilmiş olup, sonuçlar Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Sarı renkli yapışkan tuzaklarda *Tuta absoluta* popülasyon değişimi.  
Figure 2. Population fluctuation of *Tuta absoluta* in yellow sticky traps.

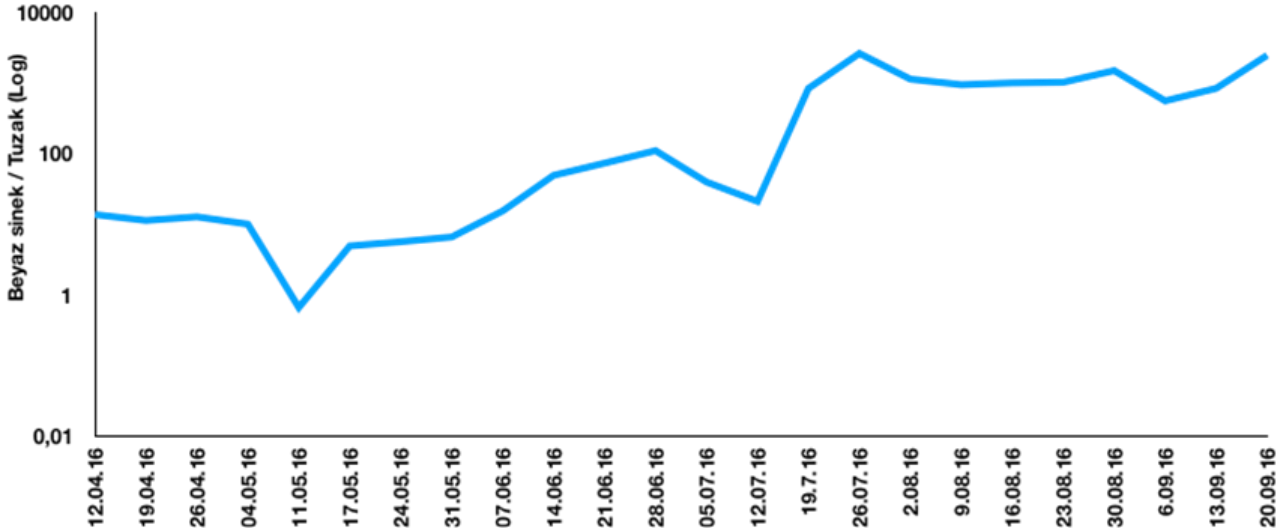


Şekil 3. Mavi renkli yapışkan tuzaklarda *Tuta absoluta* popülasyon değişimi.  
Figure 3. Population fluctuation of *Tuta absoluta* in blue sticky traps.

Her iki şekil incelendiğinde domates güvesinin popülasyon artışının siyah tuzaklarda olduğu gibi temmuz ayından sonra başladığı görülmektedir. Siyah feromonlu tuzaklarda mevsim başından itibaren güve yakalanırken, tüm diğer tuzaklarda düşük popülasyon nedeniyle yakalanma oluşmamıştır. Tüm üretim sezonu ele alındığında siyah, sarı ve mavi tuzaklarda tuzak başına ortalama güve sayısı sırasıyla 0.38, 0.41 ve 0.82 olmuştur.

### 3.2. *Trialeurades vaporariorum* popülasyon gelişimi

*Trialeurades vaporariorum* ergin bireylerini yakalamak için sarı ve mavi renkli yapışkan tuzaklar kullanılmış ve popülasyon gelişimi Şekil 4'de verilmiştir. Üretim sezonu boyunca sadece sarı tuzaklarda toplam 429375 adet sera beyaz sineği yakalanmış ve bu sayı tuzak başına ortalama 557.4 adet/hafta olarak kaydedilmiştir.

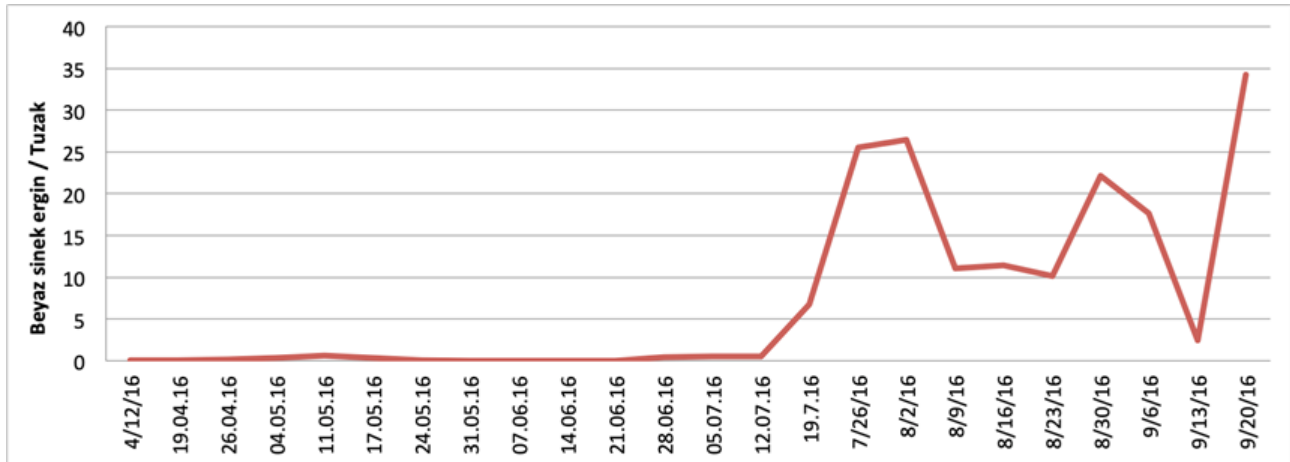


Şekil 4. Sarı renkli yapışkan tuzaklarda *Trialeurades vaporariorum* popülasyon değişimi (Tuzak başına yakalanan bireylerin logaritması alınarak veriler işlenmiştir).

Figure 4. Population fluctuation of *Trialeurades vaporariorum* in yellow sticky traps (The data were given by taking the logarithm of the individuals caught per trap).

Şekil 4.'te de görüldüğü gibi beyazsinek popülasyonu sezon başından itibaren artarak devam etmiş ve bu durum hasat dönemine kadar sürmüştür. Sarı yapışkan tuzaklarda en az sayıda beyazsinek 11.05.2016 tarihinde (0.66

adet/tuzak), en fazla ise 20.09.2016 tarihinde (2480 adet/tuzak) yakalanmıştır. Mavi renkli tuzaklarda yakalanan beyazsinek popülasyon değişimi ise Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Mavi renkli yapışkan tuzaklarda *Trialeurades vaporariorum* popülasyon değişimi.

Figure 5. Population fluctuation of *Trialeurades vaporariorum* in blue sticky traps.

Şekil 5 incelendiğinde popülasyon yoğunluğunun düşük olduğu mevsim başında çok az sayıda beyazsinek yakalandığı, mevsim sonuna doğru popülasyon artışı ile yakalanan beyazsinek sayısında ise artış olduğu görülmektedir. Yakalanan beyazsinek sayıları mavi tuzaklarda (ortalama 7.12 ergin/tuzak), sarı tuzaklara göre daha az olmuştur.

### 3.3. *Frankliniella occidentalis* popülasyon gelişimi

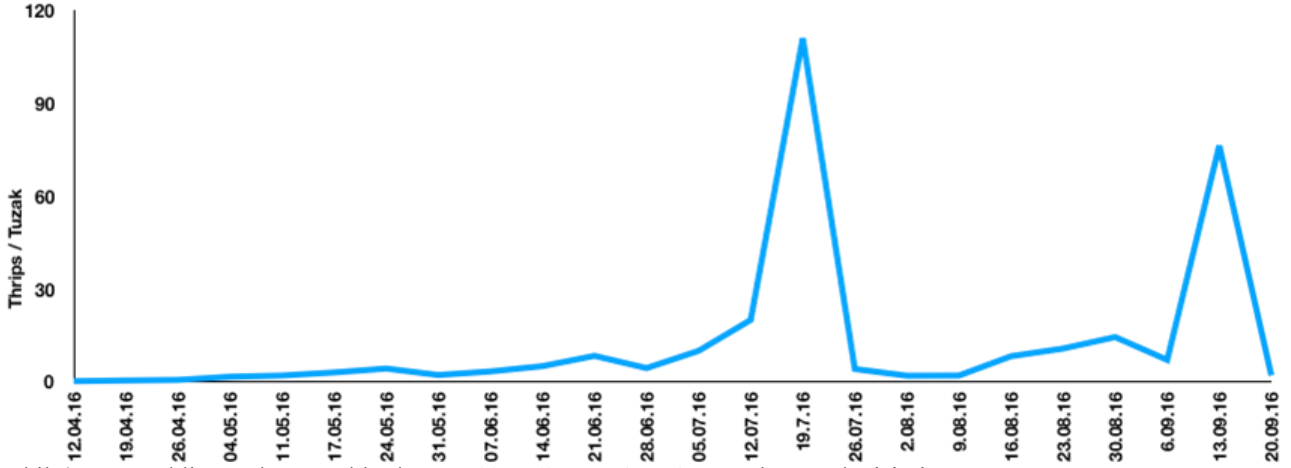
*Frankliniella occidentalis* ergin bireylerini yakalamak için sarı ve mavi renkli yapışkan tuzaklar kullanılmış ve popülasyon gelişimi Şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 6 incelendiğinde tuzak başına yakalanan thrips sayıları dikim tarihinden itibaren düşük sayılarda

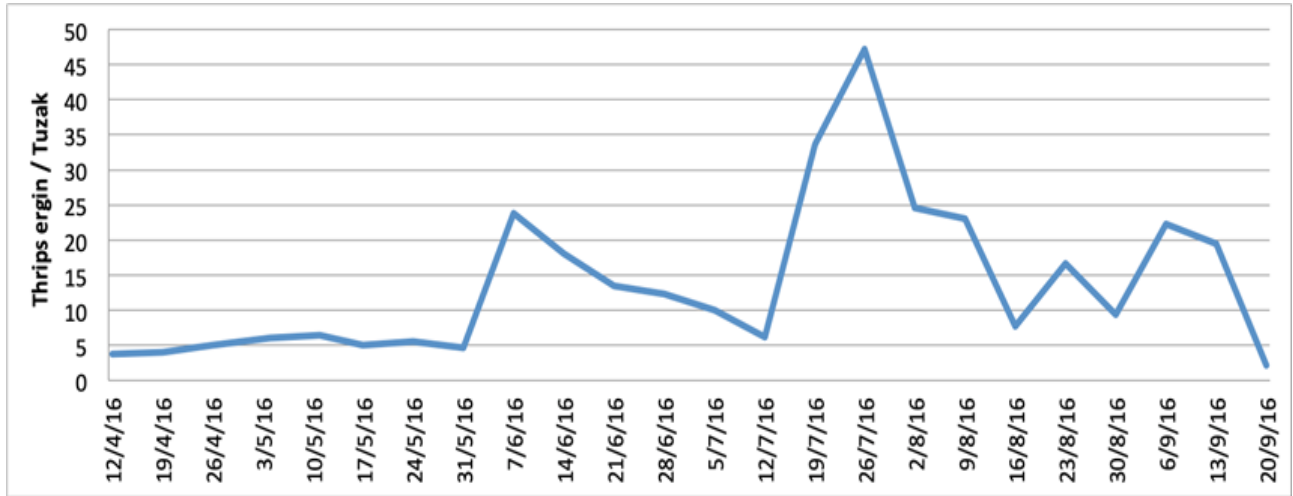
seyrederken, 19 Temmuz 2016 tarihinde pik yaparak tuzak başına 111.17 birey yakalanmıştır. Bu tuzaklarda thrips 2. pikini 13 Temmuz 2016 tarihinde yapmış ve bu tarihte tuzak başına yakalanan thrips sayısı 76.44 olmuştur. Sarı yapışkan tuzaklarda tuzak başına tüm mevsim boyunca ortalama 12.6 adet thrips ergin bireyi yakalanmıştır.

Şekil 7 incelendiğinde tuzak başına yakalanan thrips sayıları dikim tarihinden itibaren düşük sayılarda

seyrederken, mayıs ayından itibaren artmaya başlamış ve popülasyon dalgalanmalar göstererek hasat dönemine kadar devam etmiştir. Mavi yapışkan tuzaklarda tuzak başına tüm mevsim boyunca ortalama 330.47 adet thrips ergin bireyi yakalanmıştır. Burada da görüldüğü gibi mavi yapışkan tuzaklar sarı yapışkan tuzaklara göre thripsi yakalama açısından daha etkili bulunmuştur.



Şekil 6. Sarı renkli yapışkan tuzaklarda *Frankliniella occidentalis* popülasyon değişimi.  
Figure 6. Population fluctuation of *Frankliniella occidentalis* in yellow sticky traps



Şekil 7. Mavi renkli yapışkan tuzaklarda *Frankliniella occidentalis* popülasyon değişimi.  
Figure 7. Population fluctuation of *Frankliniella occidentalis* in blue sticky traps

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Tüm üretim sezonu ele alındığında siyah, sarı ve mavi tuzaklarda tuzak başına ortalama güve sayısı sırasıyla 0.38, 0.41 ve 0.82 olmuş ve tuzak renkleri açısından benzer sonuçlar bulunmuştur. Ancak domates güvesinin feromonunun kullanıldığı siyah renkli tuzaklar incelendiğinde, tüm üretim sezonu boyunca tuzak başına yakalanan güve sayısı 3.75 ile diğer tuzakların 10 katına yakın olmuştur. Bugüne kadar domates güvesi ile ilgili olarak; Taha vd. (2012), feromon içeren kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renk tuzaklarını denemişlerdir. Elde ettikleri verilere göre yakalanma oranlarının renklere bağlı olarak sırasıyla %46.89, 14.00, 16.12 ve 22.98 olduğunu saptamışlar ve en etkili olarak kırmızı renkli tuzakları belirlediklerini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Braham

(2014)'ın yaptığı çalışmada açık alanda farklı mevsimlerde yetiştirilen domates alanlarına yerleştirilen feromon içeren beyaz, sarı, turuncu, kırmızı ve yeşil renkli tuzakların güveyi çekmede istatistiksel olarak fark göstermediklerini bulmuşlardır. Ancak ilkbahar üretiminde yeşil rengin çekiciliğinin kırmızı, turuncu, sarı ve beyaz renge göre sırasıyla 5 kez, 4 kez, 4 kez ve 2 kez daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir. Benzer şekilde, yine açık alanda feromon ile takviye edilmiş renk tuzaklarını deneyen Mahmoud vd. (2014), beyaz renkli tuzakların domates güvesini sarı, mavi, yeşil ve kırmızı renkli tuzaklardan daha fazla oranda yakaladığını belirtmektedirler. Oba vd. (2014), yaptıkları çalışmada feromonlu ve fermonsuz siyah renkli tuzakların etkili olduğunu belirlemişlerdir. Nitekim Uzun vd. (2015), domates güvesinin olfaktometre yardımı ile yürüttükleri çalışmada zararlının besinden ziyade, siyah

renge yöneldiğini belirtmişlerdir. Aksoy ve Karaca (2015), Uşak ilinde domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda (Hatipler ve Koyunbeyli) sera ve açık alan koşullarında domates güvesinin popülasyon gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada, zararlının haftalık olarak feromon içeren tuzaklarda yakalanan ergin sayısının seralarda en fazla 483 adet/tuzak, açık alanlardan Hatipler köyünde 351 adet/tuzak, Koyunbeyli köyünde 144 adet/tuzak olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada feromonlu siyah tuzaklarda maksimum yakalanan güve sayısı (31.17 ergin/tuzak) literatür ile kıyaslandığında çok azdır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde domates güvesinin renk tuzaklarına yönelmesi konusunda yapılan çalışmalarda oldukça farklı sonuçlar alındığı görülmektedir. Yine domates üretiminin ana zararlılarından olan sera beyaz sineği ile ilgili yürütülen çalışmalarda, tüm üretim sezonu ele alındığında sarı ve mavi tuzaklarda tuzak başına yakalanan ortalama beyaz sinek sayısı sırasıyla 557.44 ve 7.12 olmuş ve sarı renkli yapışkan tuzağın, mavi renge göre sera beyaz sineğini çekme oranının oldukça fazla olduğu saptanmıştır. Daha önce yürütülen çalışmalar incelendiğinde; Yano (1987)'nin serada yaptığı çalışmada, yoğun sarı renk yapışkan tuzakları ile beraber parazitoit (*Encarsia formosa*) uygulamalarının başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak yazar, sarı renk yapışkan tuzaklarının zararlıyı izlemek amacıyla kullanılmasının pratik açıdan daha doğru olacağını vurgulamaktadır. Floresanlı sarı ve yeşil renkli tuzaklar ile normal sarı renk tuzağının sera beyaz sineğini floresanlı kırmızı, normal mavi ve beyaz renk tuzaklarından daha fazla oranda cezbediği belirlenmiştir (Vernon ve Gillespie, 1990). Diğer bir beyaz sinek türü olan *Bemisia tabaci* ile ilgili yapılan bir çalışmada sarı, mavi, yeşil, kırmızı, beyaz ve siyah renkli yapışkan tuzaklar zararlıyı çekme açısından karşılaştırılmış ve bunlar içerisinde en etkili olarak sarı renk yapışkan tuzak bulunmuştur (İdris vd., 2012). Stukenberg vd. (2014), sera beyaz sineğini cezbetme açısından 3 LED ışığı (yeşil, mavi ve UV gün ışığı) karşılaştırdıkları denemelerde en etkili olarak yeşil LED ışığı bulmuşlardır. Çalışmada ele alınan son tür olan batı çiçek thrips mavi yapışkan tuzaklara sarı yapışkan tuzaklara göre daha fazla yönelmiştir. Brodsgaard (1980), sera alanında yapmış olduğu çalışmada 20 farklı renk ve tonlardaki yapışkan tuzakları denemiş ve mavi renk tuzağın diğerlerinden daha fazla batı çiçek thripsini yakaladığını saptamıştır. Vernon ve Gillespie (1990a; b), yürüttükleri çalışmada mavi renkli yapışkan tuzakların, sarı ve beyaz renkli yapışkan tuzaklara göre daha fazla batı çiçek thripsini çektiğini belirlemişlerdir.

Sonuç olarak bu çalışmada hedef alınan zararlılardan domates güvesine karşı feromonlu siyah tuzakların, sera beyaz sineğine karşı sarı yapışkan tuzakların ve batı çiçek thripsine karşı ise mavi renk tuzakların daha etkili olduğu bulunmuştur. Özellikle sera alanlarında önemli zararlılara karşı mücadelede tüm savaş çerçevesinde renk tuzaklarının gerek böceklerin popülasyon gelişmesini takip etmede gerekse kitlesel yakalama ile popülasyonlarını azaltmada kullanılabileceği hem bu çalışmada hem de önceki çalışmalarda ortaya konmuştur. Kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek, görsel tuzakların yoğun olarak kullanıldığı biyoteknik mücadele yöntemi olan feromonlar,

besinler ve kokular ile zenginleştirilerek daha etkin bir şekilde kullanılabilir.

## 5. Kaynaklar

- Aksoy, A., Karaca, İ. (2015). Uşak İlinde Yoğun Domates Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda (Hatipler ve Koyunbeyli) Sera ve Açık Alan Koşullarında Domates güvesinin Popülasyon Gelişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(3), 80-84.
- Atakan, E., Pehlivan, S., Ölçülü, M. (2014). Farklı renkteki yapışkan tuzakların nektarındaki *Thrips major* Uzel (Thysanoptera: Thripidae)'a çekicilikleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 38(1), 51-60.
- Bayram, Y., Bektaş, Ö., Büyük, M., Bayram, N., Duman, M., Mutlu, Ç. (2014). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde domates güvesi [*Tuta absoluta* Meyrick] (Lepidoptera: Gelechiidae) ve doğal düşmanlarının sürveyi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 5(2), 99-110.
- Birişik, N. (2013). Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 224s, Ankara.
- Cemek, M., Aydıngöz, M., Konuk, M. (2005). Jeotermal Enerji ve Afyon Bölgesinin Jeotermal Enerji Potansiyeli, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 39-48.
- Çolak, A., Çelikel, G., Ekmekçi, U., Özarslandan, A., Aksoy, E., Karataş, A., Yurtmen, M., Sezen, M., Demirtaş, B., Arslan, R., Turkay, C., Subaşı, S., Öztürk, C. (2010). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Örtü Altı Organik Domates Üretiminde Hastalık, Zararlı Ve Yabancı Otların Mücadelesinin Yönetimi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 253-264, Ankara.
- Cuthbertson, A.G.S., Mathers, J.J., Blackburn, L.F., Korycinska, A., Luo, W., Jacobson, R.J., Northing, P. (2013). Population development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under simulated UK glasshouse conditions. Insects, 4, 185-197.
- Durmuşoğlu, E., Karsavuran, Y., Kaya, M. (2009). Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde Beyaz sineklere karşı farklı tonlardaki sarı renkli yapışkan tuzakların etkinliği. Türkiye Entomoloji Dergisi, 33(1), 13-21.
- Gökkaya, S., Karaca, İ. (2019). Population change and distribution of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in strawberry greenhouses. International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 3(2), 106-111.
- Harizanova, V., Stoeva, A., Mohamedova, M. (2009). Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)-first record in Bulgaria. Agricultural Science and Technology, 1(3), 95-98.
- Kaplan, B., Bayhan, E. (2017). Mardin ili bağ alanlarında zararlı Thrips türleri ile mücadele olanaklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 57(4), 433-446.
- Karabüyük, F. (2011). Doğu Akdeniz Bölgesi Sebze Alanlarında Domates Yaprak Galeri Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin Popülasyon Gelişimi, Yayılışı, Konukçuları İle Parazitoit ve Predatörlerinin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Adana, 48 s.
- Karut, K., Kazak, C., Döker, İ., Ulusoy, M.R. (2011). Mersin ili domates seralarında domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yaygınlığı ve zarar durumu. Türkiye Entomoloji Dergisi, 35(2), 339-347.
- Kervankıran, İ. (2012). Afyonkarahisar İlinde Jeotermal Enerji Kullanımı ve Sorunları, Marmara Coğrafya Dergisi, 25, 108-126.
- Loni, A., Rossi, E., van Achterberg, K. (2011). First report of *Agathis fuscipennis* in Europe as parasitoid of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. Bulletin of Insectology, 64(1), 115-117.
- Oba, M., Kütük, K., Yıldırım, H. (2014). Antalya ili örtü altı domates yetiştiriciliğinde zararlı olan domates güvesi (*Tuta absoluta*) mücadelesinde kullanılan siyah yapışkan tuzak çalışması, s. 25, I. Domates Yetiştiriciliğinde Entegre Ürün Yönetimi Sempozyumu (20-22 Kasım 2014, Kumluca-Antalya) Bildirileri, 41 s.
- Öncüler, C., Durmuşoğlu, E. (2008). Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Genişletilmiş 6. Baskı). Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 28, 472s, Aydın.
- Öztemiz, S. (2012). Domates güvesi *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) ve biyolojik mücadelesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 15(4), 47-57.
- Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A., Eltez, R.Z. (2000). Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Cilt:2, 679-707.

- TÜİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim Tarihi: 24.11.2017. <http://www.tuik.gov.tr/>
- Ulubilir, A., Yabaş, C., Yiğit, A. (1996). İçel'de örtüaltında yetiştirilen sebzelerde zararlı Yaprak galerisineği, *Liriomyza trifolii* Burgess (Dip.:Agromyzidae)'nin mücadelesinde sarı yapışkan tuzaklarla kitlesel tuzaklamanın etkisi. Bitki Koruma Bülteni, 36(3-4), 143-150.
- Ünlü, L. (2012). Potato: A new host plant of *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae) Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 44(4), 1183-1184.
- Uzun, F., Birgücü, A.K., Karaca, İ. (2015). Determination of oviposition preference of *Tuta absoluta* to tomato, pepper and eggplant. Asian Journal of Agriculture and Food Science, 3(5), 569-578.
- Yüksel, E., Yüksel, A.N. (2011). Tekirdağ'da Örtüaltı Yetiştiriciliğinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2), 153-159



## İnsan Beslenmesinde Alternatif Besin Kaynağı: Yulaf

Ruziye KARAMAN<sup>1\*</sup> , İlknur AKGÜN<sup>1</sup> , Cengiz TÜRKAY<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>\*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

\*Sorumlu yazar: ruziyekaraman@isparta.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 17/08/2020

Kabul tarihi: 06/11/2020

**Anahtar Kelimeler:** Avenantramid, avenin, sağlık, yulaf,  $\beta$ -glukan,

### ÖZET

Yulafın hayvan yemi ve insan gıdası olmasının yanında; ilaç ve kozmetik sanayisinde kullanım alanlarının artması sebebiyle önemi gün geçtikçe artmaktadır. Yulaf, içerdiği protein kalitesi, yüksek doymamış yağ ve lif içeriği, antioksidan zenginliği sayesinde insan beslenmesinde ön plana çıkmaktadır. Özellikle tahıllar içerisinde hem  $\beta$ -glukan (%3-8) hem de avenantramid (180.94 ile 292.15 mg kg<sup>-1</sup>) bakımından en yüksek içeriğe sahiptir. Ayrıca, içerdiği gluten miktarı düşük olması sebebiyle, glutensiz gıda olarak değerlendirilmekte ve çölyak hastaları tarafından tüketilebilmektedir. Yulaf tanelerinin içerdiği besin maddeleri sayesinde kolesterol, şeker hastalığı, anemi, kardiyovasküler hastalıklar ve kolon kanseri gibi kronik hastalıklar üzerine olumlu etkilere sahiptir. Son yıllarda farklı kullanım alanlarından dolayı yulafa talebin artmasına rağmen, tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap verecek yeter sayıda geliştirilmiş ticari çeşitler bulunmamaktadır. Bu nedenle özellikle insan beslenmesinde kullanılacak yeni çeşitlerin geliştirilmesi ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyada ve ülkemizde sağlıklı yaşam açısından, yulafın üretim miktarı artırılarak, günlük beslenmede daha fazla yer alması gerektiği düşünülmektedir.

## Alternative Food Source in Human Nutrition: Oat

### ARTICLE INFO

Received: 17/08/2020

Accepted: 06/11/2020

**Keywords:** Avenantramide, avenin, health, oat,  $\beta$ -glucan,

### ABSTRACT

In addition to being animal feed and human food; oat importance is increasing day by day due to the increasing usage areas in the pharmaceutical and cosmetics industry. Oats come to the forefront in human nutrition thanks to its protein quality, high unsaturated oil and fiber content and antioxidant richness. It has the highest content in terms of both  $\beta$ -glucan (3-8 %) and avenantramide (180.94 to 292.15 mg kg<sup>-1</sup>), especially in cereals. Also, due to being low amount of gluten it contains, it is used as gluten-free food and can be consumed by celiac patients. Thanks to the nutrients contained in oat grains, have positive effects on chronic diseases such as cholesterol, diabetes, anemia, cardiovascular diseases and colon cancer. Despite the increasing demand for oat, due to different usage areas in recent years, there are not enough developed commercial varieties to meet the needs of consumers. It is thought that oat, which has an increasing importance in terms of healthy life in the world and our country, should be included in daily nutrition by increasing the production amount.

### 1. Giriş

Yulaf (*Avena sativa*), Grammineae familyasının Aveneae oymağında bulunun bir cinstir. İki yabanisi [*Avena fatua* (beyaz yulaf) ve *Avena sterilis* (kırmızı yulaf)] ve 3 kültür formu [*Avena sativa* (beyaz yulaf), *Avena nuda* (çıplak yulaf) ve *Avena byzantina* (kırmızı yulaf)] bulunmaktadır (Yürür, 1998). Kültüre alınan yulaf (2n=42) hekzaploid ve taneleri kavuzlu (% 20-37) olup karyopsis formundadır. Bin tane ağırlığı 15-45 g, hektolitre ağırlığı 35-55 kg arasında değişmektedir. Serin iklim tahılları içerisinde yulaf, en yüksek yağ, lif ve  $\beta$ -glukan içeriğine sahiptir (Dağ ve Özkan, 2019; Çizelge 1). Yulaf tanesinin % 20-30 kavuz, yaklaşık % 75'ini endosperm ve yaklaşık % 5'ini embriyo oluşturmaktadır. Ayrıca, % 40 oranında nişasta içermektedir (Yürür, 1998).

Yüzyıllardan bu yana hayvan beslenmesinde kullanılan yulaf, günümüzde insan beslenmesinde önemi her geçen gün artmaktadır. Milattan sonra 1. yy'da kültüre alınan yulaf, 5. yy'da Avrupa'ya oradan ise bütün dünyaya yayılmıştır. Özellikle Selçuklu ve Osmanlı Dönemlerinde kıtlık yıllarında yulaf ekmeçlik tahıl olarak kullanılmıştır.

Dünyada serin iklim tahılları içerisinde buğday ve arpadan sonra yulaf, 23.1 milyon ton üretimi ile 3. sırada yer almakta ve ortalama dekara verimi 234 kg/da olarak belirlenmiştir (Anonymous, 2020). Ülkemizde ise serin iklim tahılları içerisinde yulaf, 265 bin ton üretimi ile 4. sırada yer almakta ve dekara verimi 242 kg ile Dünya ortalamasının üstündedir (Anonim, 2020a). Dünyada yulaf üretimi en fazla Rusya'da (4.72 milyon ton), İspanya'da (1.75 milyon ton) ve Avusturalya'da (1.23 milyon ton) yapılmaktadır (Anonymous, 2020).

Çizelge 1. Bazı serin iklim tahılların kimyasal kompozisyonu  
Table 1. Chemical composition of some cool season cereals

	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Lif (%)	Kül (%)	β-Glukan (%)
<b>Arpa</b>	10.8	80.7	1.9	4.4	2.2	5
<b>Buğday</b>	14.3	90.0	2.0	9.5	2.2	2
<b>Çavdar</b>	13.4	78.4	2.3	2.8	2.1	2
<b>Yulaf</b>	11.6	69.8	5.2	10.4	2.9	3-8

Yulaf, içerdiği besin maddeleri nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Hem yeşil ot hem de sap, saman ve kavuzlarının yem değerinin yüksek olması sebebiyle yem sanayisinde önemli bir ham maddedir. Yulaf samanını sapları yumuşak, bol yapraklı, organik ve mineral maddeler bakımından zengin olması sebebiyle buğday ve arpa samanından üstündür (Kün, 1988; Köse vd., 2019). İçerdiği doymamış yağ asitleri sayesinde süt yağını ve verimini arttırmak amacıyla, süt hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca yulaf çok iyi bir at yemidir. Kavuzlu olduğundan, atın yediği yulaf midede topaklaşmaz, hazmı kolaydır. Özellikle baklagil-yulaf karışımları yeşil ve kuru ot olarak hayvan beslemede tercih edilmektedir (Kün, 1996). Arabinoksilan içermesi sebebiyle kanatlı yemlerinde sınırlı miktarda kullanılmaktadır. Ayrıca yulafın kanatlı rasyonuna katılmasıyla kanibalismusun önlenmesinde etkili olmaktadır (Yalçın, 2020). Tay ve çeki hayvanlarının çevik ve kuvvetli olması ve kas gelişiminin artması amacıyla yulaf, rasyonlarına katılmaktadır (Anonim, 2015).

Yem sanayisinde önemli bir ham madde olan yulaf, günümüzde insan beslenmesinde kullanım alanları (ekmek, bisküvi, probiyotik içecekler, bebek maması ve tok tutucu özelliği sayesinde yulaf gevreği) gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda yulafın içerdiği diyet lifleri β-glukan ve avenin maddeleri sayesinde günlük diyetle bulundurulması ile obezite, diabetes, kanser, kolesterol, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi hastalıkları önlediği belirlenmiştir (Köksel ve Özboy, 1993; Chaudhari, 1999; Çağındı, 2009; Yaver ve Ertaş, 2013). Bu nedenle insan besini ve sağlığa olan faydalarından dolayı yulaf tüketimi artış göstermektedir (Peterson et al., 2005; Köse vd., 2019). A.B.D'de kişi başına 2 kg yulaf tanesi tüketildiği bildirilmiştir (Kahraman vd., 2012).

Yulaf, kan kolesterolünü, şeker seviyelerini ve hipertansiyonu düşürme, çocukluk astımını kontrol etmeye, vücut ağırlığını azaltma ayrıca bağışıklık sistemini güçlendirme, antioksidan ve kan damarlarında daralma yapmama etkilerine sahip fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Truswell, 2002; Kelly, 2007; Singh et al., 2013).

Yulafın diğer bir kullanım alanı da enerji sektörüdür. Yulaf, 17.4 MJ/kg birim ısı değerine sahiptir. Yulaftan elde edilen biyokütle termokimyasal çevrim yöntemleri ile sıvı ve katı yakıt üretilebilme potansiyeline sahiptir (Anonim, 2015)

## 2. Besin İçeriği

### 2.1. Karbonhidratlar

Yulaf tanesinin karbonhidrat içeriği (% 50-60) müsilaçlı yapıda olup (β-glukan), % 3-4 meyve şekeri (glikoz, fruktoz), ve β-glukan, pentazon, sakkaroz, ketoz, neoketoz, biforkoz, neobiforkoz ve yeşil tanelerinde galaktoarabinoksilan vardır (Hansel et al., 1992). Yulafta bulunan β-glukan, D-glikoz birimleri ile karışık bağlantılı bir polisakkarit olup diyet liflerinin önemli bir parçasıdır. B-glukan içindeki D-glukopiranosil birimleri arasındaki bağlar ya β1-3 ya da β1-4 bağlarıdır. Yulaf tanesinde, en çok bulunan bileşen nişastadır (% 40). Nişastanın da yaklaşık % 25-30'unu amilaz oluşturmaktadır (Webster, 2002; Singh et al., 2013). Yulaf diğer tahıllara göre ruminatlarda nişasta sindirilebilirliği en fazla olan cinstir (Yalçın, 2020).

### 2.1. Proteinler

Yulafın protein miktarı çeşitlere ve çevre şartlarına bağlı olarak % 10.24-24.0 arasında değişmektedir (Robbins et al., 1971). Yulaf proteininin % 50-80'i globulin ve % 10-20'side prolaminler (Peterson and Smith, 1976). Globulinler suda çözünür bileşikler iken prolamenler ne suda ne de çözünemeyen bileşiklerdir. Yulafın ikincil proteini olan avenin, bir prolaminlerdir. Dünya Sağlık Örgütü göre, yulaf proteininin kalitesi soya proteinine eş değer olduğu bildirilmiştir (Lasztity, 1999). Yulafta önemli esansiyel bir aminoasit olan lizin aminoasidi diğer tahıllara nazaran daha fazla bulunmakta ayrıca, izolösin, lösin ve bebekler için gerekli olan arginin içermektedir (Duran vd., 2004; Yaver ve Ertaş, 2013). Yulaf protein içeriği yönünden zengin, depo proteininin % 80'ni avenalin olan, globulin veya baklagil benzeri proteinleri içeren tek tahıl türüdür. Tahıl proteinlerin en genel grubunu prolamenler oluşturmakta olup, yulaf prolamini avenindir. Yulaf proteininin kalitesi, Dünya Sağlık Örgütü'nün bildirdiğine göre, süt, et ve yumurta proteinine eş değer olan soya proteinine benzerdir. (Singh et al., 2013). Thompson et al. (1991), yulaf proteininin, besleme değeri ve yarıyışlılığının % 90.3-94.2 arasında değiştiğini, biyolojik değerinin % 74.5-79.6 arasında olduğu, net protein kullanımının % 69.1-72.4 ve protein yarıyışlılık oranının % 2.25-2.38 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yulafın besleme değeri Çizelge 2'de gösterilmiştir (Anonymous, 2009; Singh et al., 2013).

Çizelge 2. Yulafın Besin Değeri  
Table 2. Nutritive value of oat

Besin Öğeleri	Değerler	100 g	Besin Öğeleri	Değerler	100 g
			Vitamin D (D2 + D3)	mcg	0.00
Su	G	8.22	Vitamin D	IU	0.00
Enerji	kcal	389.10	<b>Yağlar</b>		0.00
Enerji	kJ	1628.21	Toplam doymuş yağ asitleri	g	1217.31
Protein	G	16.89	12:0	g	0.02
Yağ	G	6.90	14:0	g	0.01
Kül	G	1.72	16:0	g	1033.97
Karbonhidrat	G	66.27	18:0	g	0.06
Toplam Diyetsetel Lif	G	10.58	Toplam doymamış yağ asitleri	g	2178.21
<b>Mineraller</b>			16:1	g	0.01
Kalsiyum	Mg	53.85	18:1	g	2164.74
Demir	Mg	4.72	Toplam çoklu doymamış yağ asitleri	g	2535.26
Magnezyum	Mg	176.92	18:2	g	2423.72
Fosfor	Mg	523.08	18:3	g	0.11
Potasyum	Mg	428.85	Kolesterol	mg	0.00
Sodyum	Mg	1.92	<b>Aminoasitler</b>		0.00
Çinko	Mg	3.97	Tryptophan	g	0.23
Bakır	Mg	0.63	Treonin	g	0.58
Mangan	Mg	4.92	İzolösin	g	694.23
<b>Vitaminler</b>		0.00	Lösin	g	1283.97
C vitamini	Mg	0.00	Lisin	g	701.28
Thiamin (B <sub>1</sub> )	Mg	0.76	Metionin	g	0.31
Riboflavin	Mg	0.14	Sistin	g	0.41
Niacin	Mg	0.96	Fenilalanin	g	894.87
Pantothenik asit	Mg	1.35	Tirozin	g	0.57
Vitamin B6	Mg	0.12	Valin	g	937.18
Folat, total	Mcg	55.77	Arginin	g	1192.31
Folik asit	Mcg	0.00	Histidin	g	0.41
Folat, DFE	mcg	55.77	Alanin	g	880.77
Vitamin B-12	Mcg	0.00	Aspartik asit	g	1448.08
Vitamin B-12	Mcg	0.00	Glutami asit	g	3712.18
Vitamin A	mcg	0.00	Glisin	g	841.03
Retinol	Mcg	0.00	Prolin	g	933.97
Vitamin A	IU	0.00	Serin	g	750.00

g: gram; mg:miligram; mcg:mikrogram

Yulaf tanelerinde gluten miktarı, diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha düşük seviyelerde olduğundan dolayı glutensiz gıda olarak değerlendirilmektedir. Glutene duyarlılığı olan hastalarda (çölyak hastalığı) yulafı gıda kullanıldığında herhangi bir zarar rastlanılmadığı ileri sürülmüştür (Picarelli et al., 2001). Yulaf ABD’de çölyak hastalığı olan kişiler için kesin kullanılabilirliği doğrulanmamıştır. Ancak tüketim miktarı sınırlandırılarak kullanılabilirliği (günde yaklaşık yarım bardak kuru tam tahıllı yulaf ezmesi) ileri sürülmektedir (Thompson, 2003). Her ne kadar yulaf çölyak hastalarında bağırsak mukozasına zararlı etkileri olmasa da bu konudaki uzmanlar tarafından görüş ayrılıkları mevcuttur (Tribole et al., 2002). Bazı araştırmacılar yulafın zararlı amino asit sekansları içerdiğini bildirmişlerdir. Bunun nedenleri arasında yulaf prolaminlerinin, bağışıklık sistemi üzerine etkisi ve buğday gliadin antikorları ile yulaf prolaminlerinin karşılıklı etkileşimi gösterilmiştir. Yulafın olumlu özelliklerinin yanında, yulaf prolaminlerine karşı duyarlılığı olan kişilerde bağırsak mukozasına çok az da olsa olumsuz etkisi bulunmaktadır. Buna ek olarak, yulafın tüketiciye ulaşmadan önceki işlemlerde (hasat, depolama, öğütme vb.) buğday, arpa ve çavdar prolaminleri ile

kontamine olması mümkün olduğundan bu durumda toksisite etki gösterebilmektedir (Branski et al., 1996; Parnell et al., 1998; Thompson, 2003).

### 2.3. Avenin

Yulaf tohumlarının prolamin bileşenleri olarak bilinen aveninler hem monomer hem de disülfid bağlantılı agregatlar olarak bilinmektedir (Real et al., 2012). Diğer tahıl prolaminlerine benzer olarak, yulaftaki avenin polipeptitlerinde prolin ve glutaminin fazla bulunması çölyak hastalığının ortaya çıkması ile ilgili olabilir. Bununla birlikte, diğer tahıl tanelerindeki prolaminlerle karşılaştırıldığında, yulaf prolaminleri, moleküler boyut, yüzde ve aminoasit içeriğinde farklılıklar göstermektedir. Prolaminler, toplam proteinin buğdayda % 40-50’sini yulafta ise % 10-20’sini oluşturmaktadır (Peterson and Smith, 1976; Comino et al., 2015). Tahıllar içerisinde, buğday, arpa ve çavdar % 70’i aşan prolin ve glutamin içeriği sahip iken, mısır, sorgum ve çeltik en düşük (% 25-30) prolin ve glutamin, (% 70 daha fazla) içeriğine sahiptir. Diğer taraftan, yulaf prolaminlerinde bulunan aminoasitlerin % 35-50 oranında prolin ve glutamin

içermektedir. Yulaf avenini, prolin ve glutamin içeriği yüksek olup, iki kısa bölge içermektedir (Anderson, 2014; Comino et al., 2015). Yulaf prolaminlerindeki disülfid yapıları, buğday  $\gamma$ -gliadinleri ve düşük molekül ağırlıklı gluteninlerden farklıdır (Muller and Wieser, 1997; Muller et al., 1998).

Bir g yulaf yaklaşık 13 mg prolamin (avenin) içermektedir. Yulaf prolaminleri diğer tahıllarla karşılaştırıldığında (örn: buğdayda % 35) toplam proteinin daha düşük (% 13) oranını oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılar da erken doğan çocuklarda yüksek lif veya avenin içeren yulafın ürünlerini sindiremediklerini bildirmişlerdir (Högberg et al., 2004; Fric et al., 2011). Högberg et al. (2004), çölyak hastalığına sahip çocuklarda avenine karşı antikor seviyelerini araştırdıkları çalışmada, 1 yıl boyunca glutensiz diyet ve günde 10 g yulaf ile zenginleştirilmiş glutensiz diyet uygulaması sonucunda hem LgA hem de LgG antikorlarında önemli azalmalar belirlenmiştir. Diğer bir araştırmacılar da yulaf çeşitlerinden lizozoma zarar veren ve aglütinasyonlarını belirleyen, K562 hücre (Lösemi hücresi) hattı üzerine kantitatif olarak farklı avenin sitotoksitesini gözlemlemişlerdir (Silano et al., 2007; Duřa et al., 2018).

Hayvan beslemede yulaf aveninleri genç organizmaların gelişmelerini hızlandırmakta ve organizmada yağ birikimine neden olmadan, kas proteininin yapımını sağladığından yoğun olarak kullanılmaktadır (Bulgurlu, 1971; Sarı, 2012).

#### 2.4. Yağlar

Tahıllar arasında tanesinde en fazla yağ içeren yulafta, Çizelge 2' den de görüleceği üzere kuru maddede yağ oranı % 3-12 arasında değişmekte ve ortalama yağ içeriği % 6.9 olarak bildirilmektedir (Saastominen et al., 1989; Anonymous, 2009; Singh et al., 2013). Ayrıca, kavuzsuz yulaf tanesi daha fazla yağ (%11) içermektedir (Scipper et al., 1991; Sarı, 2012). Yulaf ve buğday yağının fizikokimyasal özellikleri birbirlerine benzemekle birlikte (Kahlon, 1989), yulaf özellikle doymamış yağ asitleri olan linoleik ve oleik asitleri bakımından zengindir (Yalçın, 2020). Diğer tahıllarda yağ içeriği ruşeyimde bulunmasına rağmen, yulafta tüm taneye yayılmış durumdadır (Konak, 2008). Yulafın polar lipid içeriği yaklaşık % 33 (% 8-17 glikolipit ve % 10-20 fosfolipid) olup, diğer tahıllardan daha fazladır (Sahasrabudhe, 1979). Fosfolipidlerin büyük çoğunluğu lesitindir (Youngs et al., 1977; Singh et al., 2013). Yulaf yağları tekli doymamış oleik asit konsantrasyonu yüksek olmasından dolayı gıda yağı olarak kullanılmaktadır. Yulaf yağının oleik asidi içeriği ayçiçeği ve soya fasulyesi yağlarından daha yüksek, kanola ve zeytinyağından ise daha düşüktür. Yüksek yağ içeren yulaf çeşitleri geliştirilmiş olsa da ekonomik nedenler dolayı yulaf yağı gıda yağı olarak işlenmemektedir (Peterson, 2004).

Hayvan beslemede enerji kaynağı olarak karbonhidratlara göre yağlar daha fazla enerji vermektedir. Yulafta yüksek yağ içermesi hayvan besleme açısından daha iyi bir özelliktir. Buna karşılık, değirmencilikte yüksek yağ içeren yulaf çok tercih edilmemekte, bunun sebebi ise, yüksek yağ

içeren ürünler çabuk bozulduğu için, raf ömrü kısalmaktadır (Peterson, 2004).

#### 2.5. Vitamin ve mineraller

Yulafta hem suda hem de yağda çözünen vitaminler içermekte olup, bu vitaminlerin büyük bir kısmı kepekte, özellikle aleuron tabakası ve embriyoda bulunmaktadır. Yulafta E ve B vitaminleri oldukça fazla miktarda, A, C ve D vitaminleri ise, iz miktarda bulunmaktadır (Pomeranz, 1986; Yaver ve Ertaş, 2013). Yulaf tohumu, 0.862 mg / 100 g A vitamini, <1.0 ug / 100 g  $\beta$ -karoten, 3.89–7.07 mg kg<sup>-1</sup> vitamin B1 (tiyamin), 56 nmol / g B6 vitamini, 4.3 ( $\alpha$ -tokoferol) –0.5 –1.0 E vitamini (tokoferol) bulunduğu bildirilmiştir. (Barnes and Taylor, 1979; Bognar, 1986; Heinoven et al., 1989; Gregory and Sartain, 1991). Çizelge 2'den de görüleceği gibi yulaf tanesi fosfor (523 mg 100 g<sup>-1</sup>), demir (4.72 mg 100g<sup>-1</sup>), magnezyum (176.92 mg 100 g<sup>-1</sup>) ve kalsiyum içeriği (53.85 mg 100 g<sup>-1</sup>) bakımından oldukça zengin ve besleyici değeri yüksektir (Singh et al., 2013). Ayrıca yulaf vücutta DNA yenilenmesinde yer alan selenyum bakımından da zengin olup, özellikle bağırsak kanserine yakalanma riskini azalttığı bildirilmiştir (Liu, 2004). Yulaf tanesinin hem kabuğunda hem de embriyosunda vitamin ve mineral maddeler yer aldığından, tüm tane olarak tüketilmesi önerilmektedir (Mut vd., 2017). Ayrıca yulaf, C ve E vitamini takviyeleri ile tüketildiğinde kan basıncını düşürmekte ve endotel tabakasını iyileştirmektedir (Katz et al., 2001; Saltzman et al., 2001).

#### 2.6. Diyetel lifler

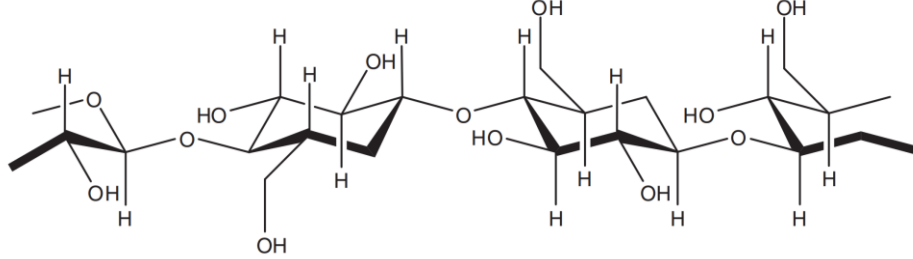
Yulafta tane kabuğu fiziksel olarak taneden ayrılmadığı ve yulaf genelde direk (tam tahıl) olarak tüketildiğinden (kahvaltılık gevrek, ezme, lapa, bisküvi, bebek maması, jips, sosis vb.) çok iyi bir lif kaynağıdır (Peterson, 2001). Yulafta hem çözünür hem de çözünmeyen lifler bulunmaktadır. Diğer tahıllara göre yulaf, yüksek diyetel lif içeriğine sahip olduğu için birçok hastalığı önlemektedir (Anderson et al., 2009). Yulafın içerdiği çözülebilir lifler  $\beta$ -glukan formunda ve çözünmeyen lifler ise arabinoksilan ve selüloz formundadır (Singh et al., 2013). Yulaf, bağırsak mikrobiyotası tarafından üretilen bütirat ve tortulu kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artıran ve bunların bağırsaktan geçiş sürelerini düzenleyen önemli miktarlarda vitamin, mineral, lif ve fitokimyasal içermektedir. Uzun süreli yulaf veya yulaf kepeği alımı, bağırsak hastalığına sahip (bağırsak içi yaralara veya kalın bağırsak kanseri vb.) hastalara fayda sağladığı bildirilmiştir (Thies et al., 2014; Comino et al., 2015).

#### 2.7. $\beta$ -Glukan

$\beta$ -glukanlar maya, bakteri ve mantarlar ile yulaf, arpa, çavdar gibi tanelerin hücre duvarlarından elde edilen glikoz polimerleridir. Yulaf  $\beta$ -glukan yönünden en zengin tahıl cinsi olup, 100 g yulafta 3-8 g  $\beta$ -glukan bulunmaktadır. Yulaf  $\beta$ -glukanı, suda çözünebilir özelliğe sahip bir lif olup, tanede hücrenin iç kısmındaki duvarlarda meydana gelmektedir.  $\beta$ -glukanlar, 1,3-1,6 bağ yapısına sahip olup, bağışıklık sistemi üzerinde destekleyici etkileri vardır. Serin iklim tahıllarından arpa % 5, buğday ve

çavdar ise % 2 oranında  $\beta$ -glukan içermektedir. Ayrıca, bira mayasından % 80 saflıkta  $\beta$ -glukan elde edilebilmektedir. (Kale ve Bingöl, 2015; Anonymous, 2020a). Maya ve mantarların  $\beta$ -glukanları 1,3/1,6 bağ yapısında iken, yulaf ve arpa  $\beta$ -glukanları 1,3/1,4 bağ yapısına sahiptir (Şekil 1). Arpa ve çavdar  $\beta$ -glukanları, yulaf  $\beta$ -glukanına göre daha düşük moleküler ağırlığına

sahiptir. Yulaf ve arpa  $\beta$ -glukanı trimer ve tetramer 1-4 bağları oranları yönünden birbirinden ayrılmaktadır. Arpa  $\beta$ -glukanı 4'ten daha fazla polimerizasyon derecesine ve bağlantıya sahip olup, trimer ve tetramer olup kalmaktadır.  $\beta$ -glukan yulaf tohumunun endospermide ve dış tabakasında bulunmaktadır (Anonim, 2020b).



Şekil 1.  $\beta$ -glukan ile  $\beta$ 1-4 ve  $\beta$ 1-3 bağların yapısı (Singh et al., 2013)

Figure 1. Structure of bonds  $\beta$ -glukan with  $\beta$ 1-4 and  $\beta$ 1-3 (Singh et al., 2013).

$\beta$ -glukanlar bağışıklık sisteminin ilk savunmasını yapan beyaz kan hücreleri üzerindeki özel yüzeylere bağlanarak bağışıklık sistemini destekleyici etkiler göstermektedirler (Ağaca Özker, 2020). Yapılan araştırmalar sonucunda, düzenli  $\beta$ -glukan vücuda alındığında, kötü olarak adlandırılan (LDL) kolesterolü düşürerek kronik kalp yetmezliği, şeker krizini ve yüksek tansiyon riskini düşürmekte ve vücut bağışıklığını artırmaktadır (Peterson, 2001; Liu, 2007). Ayrıca  $\beta$ -glukanlar, yapışkan yapıya sahip olması nedeniyle, kandaki kolesterolü ve hatta asitleri tutma yeteneğine sahip olup, bu maddelerin vücuttan atılmasına yardımcı olmaktadır. Böylece kandaki kolesterol seviyesini düşürmekte ve kan şekerini ayarlamaktadırlar. Bununla birlikte  $\beta$ -glukan, kardiyovasküler hastalıkları kontrol edebilmektedir. Çeşitli araştırmacılar yulaf kepeğindeki yüksek  $\beta$ -glukanın etkilerini Tip II diyabetli hastalar üzerinde araştırmışlar ve yulaf kepeği ile beslenen deneklerin şeker toleranslarının azaldığını tespit etmişlerdir (Jenkins et al., 2002; Tapola et al., 2005). Yine, benzer şekilde yulaf kepeği konsantresinin Tip-II şeker hastalarının günlük yaşamları üzerindeki uzun süreli etkilerini değerlendirmişler ve yulaf kepeği ekmeği ile beslenen deneklerin, beyaz ekmele beslenen deneklere göre LDL kolesterol düzeylerinin daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir (Jenkins et al., 2002; Butt et al., 2008). Çözülebilir glukan içeren yulaf ekstraktlarını tüketimi glikoz, insülin ve glukagon seviyelerini azaltmaktadır (Butt et al., 2008). Yulaf ezmesi ve yulaf kepeğindeki çözülebilir lifler, kandaki kolesterol seviyesini düşürmede ve kan şekeri seviyesini normalleştirdiği bildirilmiştir (Wood et al., 1990; Wood, 1991; Kahlon and Chow, 1997; Butt et al., 2008). Yulafta çözünebilir lifin aktif bileşeni olan  $\beta$ -glukan, safra asidinin bağırsakta yeniden emilmesi ile kolesterol seviyelerini kontrol ettiği bildirilmiştir (Andersson et al., 2004).

Türk Gıda Kodeksi'ne göre, günlük alınması gereken  $\beta$ -glukan miktarını çocuklarda 340 mg ve yetişkinlerde 680 mg olarak açıklanmıştır. Ayrıca,  $\beta$ -glukan bakımından zengin olan yulaf ve arpanın veya bunların karışımından elde edilen gıdadan günlük 3 g tüketildiğinde günlük  $\beta$ -

glukan ihtiyacını karşıladığını bildirilmiştir (Anonim, 2020).

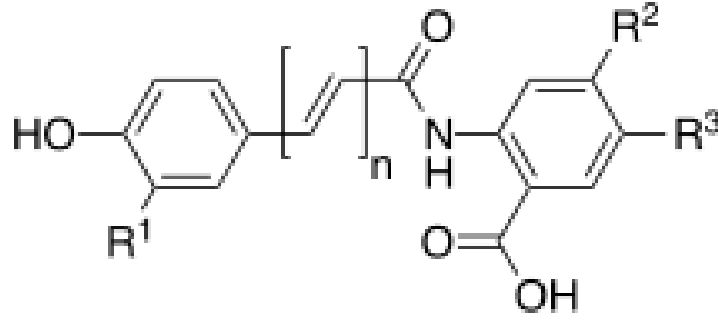
## 2.8. Antioksidanlar

Yulaf tanelerinin yağ asitleri ve yağ enzimleri (lipaz ve lipogenaz enzimleri gibi) yönünden zengin oluşu, tanede bulunan doymamış yağ asitlerinin ve yağda çözünen vitaminlerin yakılmasını kolaylaştıran etkiye sahiptir. Yulaf tanesinde bulunan farklı kimyasallar, tanedeki yağların oksidasyonunu (yakılmasını, bozulmasını) engelleyici (antioksidan) etkiye sahiptirler. Tokoferoller, askorbik asit, tiol, fenolik asit ve fenolik bileşikler içeren bu bio-aktif bileşikler (antioksidanlar); bitki hücreleri serbest radikallerinin sebep olduğu yıkıcı etkilere karşı korurlar ve insanlar tarafından tüketildiğinde de bu koruyucu özelliklerini sindirim sistemine taşımaktadırlar. Yapılan birçok araştırmada, bu koruyucu etkinin kalp ve damar hastalıklarını önleyici etkide bulunduğu belirlenmiştir. Yulaf tanesinde bulunan en yaygın antioksidanlara örnek olarak, Vitamin E (tokoferoller ve tokotrienoller), fitik asit ve fenolik bileşikler (avenanthramidler, kahve asidi), flavonoid ve steroller verilebilir. Bu antioksidant bileşikler daha çok tanenin dış tabakalarında (kabuk) yoğunlaşmışlardır (Emmons and Peterson, 1999; Peterson, 2001; Ryan et al., 2007). Tıbbi ve beslenme araştırmalarında, doğal bitki antioksidanları bazı hastalıkların önlenmesi için kullanılabilir. Yulafta belirlenen fenolik bileşikler, (ferulik asit, kumarik asit, vanilin ve j-hidroksibenzoik asit) bazı hücre duvarı polisakaritlerinde veya proteinlerin yapısında bulunmaktadır (Collins, 1987; Dimberg et al., 1993).

Yulafta bulunan bir başka fenolik antioksidan grubu, avenantramiddir (Şekil 2). Bu bileşikler sinnamoil-antranilik asit türevleridir. Yulaf tanesinde en baskın bulunan avenantramidler, hidroksiantranilik asit, p-kumarik, ferulik veya kafeik asitler olarak sıralanmaktadır (Collins and Mullin, 1988; Collins et al., 1991; Dimberg et al., 1993; Peterson et al., 2001; Peterson, 2004; Chen et al., 2007). Tahıllardaki avenantramidler miktarı 2-53 mg kg<sup>-1</sup>'dir (Pihlava et al., 2004). Avenantramid tahıllar içerisinde en fazla yulafta bulunmaktadır. Kulichová et al., (2018),

yulaf çeşitlerinin avenantramid miktarlarını belirledikleri çalışmada, avenantramid miktarlarının çeşitlere göre

180.94 ile 292.15 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 2. Avenantramidin yapısı (Anonymous, 2020)

Figure 2. Structure of Avenanthramide (Anonymous, 2020)

Yapılan ön çalışmalar, avenantramidlerin insan aortik endotelial hücrelerine monosit yapışmasını önledikleri ve makrofajlardan proenflamatuvar bileşiklerin salınımını inhibe ettikleri için anti-enflamatuvar ve antidiyabetik özelliklere sahip olabileceğini göstermiştir (Liu et al., 2004). Avenantramidler, kan damarlarını genişleten nitrik oksit ürettikleri için kan basıncını kontrol etmede de rol oynamaktadırlar (Nie et al., 2006).

### 3. Sonuç

Son yıllarda dünyada yulafın insan beslenmesinde öneminin artması, endüstride kullanılmaya başlanması, yeşil yem ve yapay otlaklarda kullanılması üretim alanlarının artmasına neden olmuştur. Hayvan yemi ve insan gıdası olmasının yanında; ilaç ve kozmetik sanayisinde kullanım alanlarının artması sebebiyle önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Yulaf içerdiği besin maddeleri nedeniyle tane, saman, yeşil veya kuru ot olarak hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olup, yem sanayisinin önemli bir ham maddesidir. Ancak arabinoksilan içermesi sebebiyle kanatlı yemlerinde sınırlı miktarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Yulaf, içerdiği protein kalitesi, yüksek doymamış yağ ve lif içeriği, antioksidan zenginliği sayesinde insan beslenmesinde ön plana çıkmaktadır. Özellikle tahıllar içerisinde hem β-glukan hem de avenantramid bakımından en yüksek içeriğe sahiptir. Yulaf tanelerinde glüten miktarı, diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha düşük seviyelerde olduğundan dolayı glutensiz gıda olarak değerlendirilmekte ve çölyak hastalarının beslenmesinde kullanılabilir.

Sonuç olarak, yulafın farklı kullanım alanlarından dolayı talebin artmasına rağmen, tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap verecek yeter sayıda geliştirilmiş ticari çeşitler bulunmamaktadır. Bu nedenle özellikle insan beslenmesinde kullanılacak yeni çeşitlerin geliştirilmesi ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde sağlıklı yaşam açısından, önemi gitgide artan yulafın üretim miktarı artırılarak günlük beslenmede daha fazla yer alması gerektiği düşünülmektedir.

### 4. Kaynaklar

Ağca Özker, İ. (2020, Temmuz 21). Beta glukan İçeren Besinler. <https://www.renkliiyet.com/betaglukan-iceren-besinler/>

- Anderson, J.W., Baird, P., Davis, R.H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67 (4), 188-205. doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x.
- Anderson, O. D. (2014). The spectrum of major seed storage genes and proteins in oats (*Avena sativa*). *PLoS one*, 9 (7): e83569. doi.org/10.1371/journal.pone.0083569.
- Andersson, A. A., Armö, E., Grangeon, E., Fredriksson, H., Andersson, R., Aman, P. (2004). Molecular weight and structure units of (1→3, 1→4)-β-glucans in dough and bread made from hull-less barley milling fractions. *Journal of Cereal Science*, 40(3), 195-204. doi.org/10.1016/j.jcs.2004.07.001.
- Anonim (2015). Ulusal Hububat Konseyi Arpa – Çavdar – Yulaf - Triticale Raporu. [http://uhk.org.tr/dosyalar/uhkarpa\\_kasim2015.pdf](http://uhk.org.tr/dosyalar/uhkarpa_kasim2015.pdf).
- Anonim (2020, Temmuz 5). Türk gıda kodeksi beslenme ve sağlık beyanları yönetmeliği. <https://www.magenta.com.tr/img/cat/26.01.2017-tarihli-turk-gida-kodeksi-beslenme-ve-saglik-beyanlarl-yonetmeli-ekleri.-330.pdf>.
- Anonim (2020a, Temmuz 20). Türkiye İstatistik Kurumu. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001).
- Anonim (2020b, Temmuz 20). Beta Glukan Nedir, Faydaları Nelerdir? <https://www.vitaminler.com/bilgi-bankasi/beta-glukan-nedir-faydaları-nelerdir>.
- Anonymous (2009, July 21). USDA, National Nutrient Database For Standard Reference, release 22. [Internet] U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory, Beltsville Md, United States. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
- Anonymous, (2020, July 07). Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Anonymous (2020a, July 21). Beta-glukan. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Beta-glukan>. Erişim Tarihi: 21.07.2020.
- Barnes, P. J. and Taylor, P. W. (1979). Gamma-tocopherol in barley germ. *Phytochemistry*, 20(7), 1753-1754.
- Bognar, A. (1986). Determination of vitamin A in food using high-pressure liquid chromatography. Results of a collaborative study of the vitamin analysis working group following the LMBG paragraph 35. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 182(6), 492-497. doi.org/10.1007/BF01043275.
- Branski, D., and Shine, M. (1996). Oats in celiac disease. *The New England journal of medicine*, 334(13), 865.
- Bulgurlu, Ş. (1971). Yemler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 100. İzmir. pp.127-130.
- Butt, M. S., Tahir-Nadeem, M., Khan, M. K. I., Shabir, R., Butt, M. S. (2008). Oat: unique among the cereals. *European journal of nutrition*, 47(2), 68-79. doi.org/10.1007/s00394-008-0698-7.
- Chaudhari, R. (1999). Foods of the future: the impact of functional foods in the cereal industry. *Cereal Foods World*, 44(2), 94-95.
- Chen, C. Y. O., Milbury, P. E., Collins, F. W., Blumberg, J. B. (2007). Avenanthramides are bioavailable and have antioxidant activity in humans after acute consumption of an enriched mixture from oats. *Journal of Nutrition*, 137(6), 1375-1382. doi.org/10.1093/jn/137.6.1375.
- Collins, F. W. and Mullin, W. J. (1988). High-performance liquid chromatographic determination of avenanthramides, N-

- aroylanthranilic acid alkaloids from oats. *Journal of Chromatography A*, 445, 363-370. doi.org/10.1016/S0021-9673(01)84548-9.
- Collins, F. W., McLachlan, D. C., Blackwell, B. A. (1991). Oat phenolics: avenaluminic acids, a new group of bound phenolic acids from oat groats and hulls. *Cereal Chemistry*, 68(2), 184-189.
- Comino, I., De Lourdes Moreno, M., Sousa, C. (2015). Role of oats in celiac disease. *World Journal of Gastroenterology*, 21(41), 11825-11831.
- Çağındı, Ö. (2009). Ayçiçeği, keten tohumu, yulaf ve mürdüm eriği kurusu ile zenginleştirilmiş sütlü, acı (bitter) ve beyaz çikolataların raf ömrü boyunca bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 346 s.
- Dağ, Ş. R. O. ve Özkan, A. M. G. (2019). Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Üzerine Bir Derleme. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 43(3), 309-333.
- Dimberg, L. H., Theander, O., Lingnert, H. (1993). Avenanthramides-a group of phenolic antioxidants in oats. *Cereal Chemistry*, 70, 637-637.
- Duran, M. Ö., Özçelik, S., Certel, M., Erbaş, M. (2004). Ticari Sartilarda Ekmek Üretiminde Patates ve Yulaf Unu Kullanmanın Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkileri. *Gıda*, 29(2), 139-147.
- Duğa, D. E., Culetu, A., Mohan, G. (2018). Reutilization of cereal processing by-products in bread making. In *Sustainable Recovery and Reutilization of Cereal Processing By-Products* (pp. 279-317). Woodhead Publishing. doi.org/10.1016/B978-0-08-102162-0.00010-1.
- Emmons, C. L. and Peterson, D. M. (1999). Antioxidant activity and phenolic contents of oatas affected by cultivar and location. *Crop Science*, 41(6), 1676-1681.
- Fric, P., Gabrovská, D., Nevala, J. (2011). Celiac disease, gluten-free diet, and oats. *Nutrition Reviews*, 69(2), 107-115. doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00368.x.
- Gregory III, J. F. and Sartain, D. B. (1991). Improved chromatographic determination of free and glycosylated forms of vitamin B6 in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(5), 899-905.
- Hansel, R., Keller, K., Rimpler, H., Schneider, G. (1992). Hager's Handbuch der Pharmazeutischen Praxis, pp. 437-446. Drogen A-D., Ed., SpringerVerlag, Berlin.
- Heinonen, M., Ollilainen, V., Linkola, E., Varo, P., Koivistoinen, P. (1989). Carotenoids and retinoids in finnish foods: cereal and bakery products. *Cereal Chemistry*, 66(4), 270-273.
- Högberg, L., Laurin, P., Fälth-Magnusson, K., Grant, C., Grodzinsky, E., Jansson, G., Myrdal, U. (2004). Oats to children with newly diagnosed coeliac disease: a randomised double blind study. *Gut*, 53(5), 649-654.
- Jenkins, A. L., Jenkins, D. J. A., Zdravkovic, U., Würsch, P., Vuksan, V. (2002). Depression of the glycemic index by high levels of  $\beta$ -glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(7), 622-628. doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601367.
- Kahlon, T. S. and Chow, F. I. (1997). Hypocholesterolemic effects of oat, rice, and barley dietary fibers and fractions. *Cereal Food World*, 42, 86-92.
- Kahlon, T. S. (1989). Nutritional implications and uses of wheat and oat kernel oil. *Cereal Foods World*, 34(10), 872-875.
- Kahraman, T., Avcı, R., Öztürk, İ., Tülek, A. (2012). Trakya-Marmara Bölgesine uygun yulaf genotiplerinin belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 24-28.
- Kale, C. ve Bingöl, N. T. (2015). Role of beta glucan in animal nutrition. *Van Veterinary Journal*, 26(1), 43-47.
- Katz, D. L., Nawaz, H., Boukhalil, J., Chan, W., Ahmadi, R., Giannamore, V., Sarrel, P. M. (2001). Effects of oat and wheat cereals on endothelial responses. *Preventive Medicine*, 33(5), 476-484. doi.org/10.1006/pmed.2001.0918.
- Kelly, S. A., Summerbell, C. D., Brynes, A., Whittaker, V., Frost, G. (2007). Wholegrain cereals for coronary heart disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2). doi.org/10.1002/14651858.CD005051.pub2.
- Konak, Ç. (2008). Yoğurt kültürü ile birlikte kullanılan probiyotik ve ekso polisakkarit oluşturan mikroorganizmaların yulaf bozasının bazı kalitatif özelliklerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 100 s.
- Köksel, H. ve Özboy, Ö. (1993). Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü. *Gıda*, 18(5), 309-314.
- Köse, Ö. D. E., Mut, Z., Akay, H. (2019). Grain Yield And Some Quality Properties Of Domestic And Foreign Oat Genotypes. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences (ICAFOP). April 16-18, Trabzon, s: 186-190.
- Kulichová, K., Maliarová, M., Sokol, J., Lašáková, K., Havrlentová, M. (2018). Determination of selected phenolic acid and majoritarian avenanthramides in different varieties of naked oats (*Avena sativa* L.) grown in Slovakia. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 17(2), 132-139. doi.org/10.2478/nbec-2018-0014.
- Kün, E. (1988). Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 299, Ankara.
- Kün, E. (1996). Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1451, 332, Ankara.
- Laszity, R. (1995). The chemistry of cereal proteins. CRC press.
- Liu, R. H. (2004). New finding may be key to ending confusion over link between fiber, colon cancer. American Institute for Cancer Research Press Release.
- Muller, S. and Wieser, H. (1997). Location of disulphide bonds in monomeric gamma-type gliadins. *Journal of Cereal Science*, 22, 21-27.
- Müller, S., Vensel, W. H., Kasarda, D. D., Köhler, P., Wieser, H. (1998). Disulphide bonds of adjacent cysteine residues in low molecular weight subunits of wheat glutenin. *Journal of Cereal Science*, 27(2), 109-116. doi.org/10.1006/jcrs.1997.0158.
- Mut, Z., Köse, Ö. D. E., Akay, H. (2017). Farklı yulaf (*Avena sativa* L.) çeşitlerinin kimyasal kalite özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 347-356.
- Nie, L., Wise, M. L., Peterson, D. M., Meydani, M. (2006). Avenanthramide, a polyphenol from oats, inhibits vascular smooth muscle cell proliferation and enhances nitric oxide production. *Atherosclerosis*, 186(2), 260-266. doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2005.07.027.
- Parnell, N., Ellis, H. J., Ciclitira, P. (1998). Absence of toxicity of oats in patients with dermatitis herpetiformis. *The New England Journal of Medicine*, 338(20), 1470-1471.
- Peterson, D. M. (2001). Oat antioxidants. *Journal of Cereal Science*, 33(2), 115-129.
- Peterson, D. M. (2004). Oat-a multifunctional grain. In *Proceedings 7th International Oat Conference/Pirjo Peltonen-Sainio and Mari Topi-Hulmi (eds.)*. MTT.
- Peterson, D. M. and Smith, D. (1976). Changes in Nitrogen and Carbohydrate Fractions in Developing Oat Groats I. *Crop Science*, 16(1), 67-71.
- Peterson, D. M., Wesenberg, D. M., Burrup, D. E., Erickson, C. A. (2005). Relationships among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. *Crop Science*, 45(4), 1249-1255. doi.org/10.2135/cropsci2004.0063.
- Picarelli, A., Di Tola, M., Sabbatella, L., Gabrielli, F., Di Cello, T., Anania, M. C., De Vincenzi, M. (2001). Immunologic evidence of no harmful effect of oats in celiac disease. *The American journal of Clinical Nutrition*, 74(1), 137-140. https://doi.org/10.1093/ajcn/74.1.137.
- Pihlava, J. M., Euroala, M., Hietaniemi, V., Kontturi, M., Vuorinen, M. (2004). Factors affecting the concentration of avenanthramides in oats. In *Proceedings 7th International Oat Conference/Pirjo Peltonen-Sainio and Mari Topi-Hulmi (eds.)*. MTT.
- Pomeranz, Y. (1986). Constituents of the oat kernel. *Advances in Cereal Science and Technology*, 5, 63-85.
- Real, A., Comino, I., de Lorenzo, L., Merchán, F., Gil-Humanes, J., Giménez, M. J., Barro, F. (2012). Molecular and immunological characterization of gluten proteins isolated from oat cultivars that differ in toxicity for celiac disease. *PLOS one*, 7(12), e48365. doi.org/10.1371/journal.pone.0048365.
- Robbins, G. S., Pomeranz, Y., Briggler, L.W. (1971). Amino acid composition of oat groats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 19, 536-539.
- Ryan, D., Kendall, M., Robards, K. (2007). Bioactivity of oats as it relates to cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*, 20(2), 147-162. doi:10.1017/S0954422407782884.
- Saastamoinen, M., Kumpulainen, J., Nummela, S. (1989). Genetic and environmental variation in oil content and fatty acid composition of oats. *Cereal Chemistry*, 66(4), 296-300.
- Sahasrabudhe, M. R. (1979). Lipid composition of oats (*Avena sativa* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(2), 80-84. https://doi.org/10.1007/BF02914274.
- Saltzman, E., Das, S. K., Lichtenstein, A. H., Dallal, G. E., Corrales, A., Schaefer, E. J., Roberts, S. B. (2001). An oat-containing hypocaloric diet reduces systolic blood pressure and improves lipid profile

- beyond effects of weight loss in men and women. *The Journal of Nutrition*, 131(5), 1465-1470. <https://doi.org/10.1093/jn/131.5.1465>.
- Sarı, N. (2012). Yulafta (*Avena sativa* L.) verim ve verim komponentleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Schipper, H., Frey, K. J., Hammond, E.G. (1991). Changes in fatty acid composition associated with recurrent selection for groat-oil content in oat. *Euphytica*, 56, 81-88. [doi.org/10.1007/BF00041747](https://doi.org/10.1007/BF00041747).
- Silano, M., Di Benedetto, R., Maialetti, F., De Vincenzi, A., Calcaterra, R., Cornell, H. J., De Vincenzi, M. (2007). Avenins from different cultivars of oats elicit response by coeliac peripheral lymphocytes. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 42(11), 1302-1305. [doi.org/10.1080/00365520701420750](https://doi.org/10.1080/00365520701420750).
- Singh, R., De, S., Belkheir, A. (2013). *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126-144. [doi.org/10.1080/10408398.2010.526725](https://doi.org/10.1080/10408398.2010.526725).
- Tapola, N., Karvonen, H., Niskanen, L., Mikola, M., Sarkkinen, E. (2005). Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 15(4), 255-261. [doi.org/10.1016/j.numecd.2004.09.003](https://doi.org/10.1016/j.numecd.2004.09.003).
- Thies, F., Masson, L. F., Boffetta, P., Kris-Etherton, P. (2014). Oats and bowel disease: a systematic literature review. *British Journal of Nutrition*, 112(2), 31-43.
- Thompson, L. U., Robb, P., Serraino, M., Cheung, F. (1991). Mammalian lignan production from various foods. *Nutrition and Cancer*, 16(1), 43-52. [doi.org/10.1080/01635589109514139](https://doi.org/10.1080/01635589109514139).
- Thompson, T. (2003). Oats and the gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(3), 376-379. [doi.org/10.1053/jada.2003.50044](https://doi.org/10.1053/jada.2003.50044).
- Tribole, E., Kupper, C., Pietzak, M. (2002). Celiac sprue. *The New England Journal of Medicine*, 347(6), 446-448.
- Truswell, A. S. (2002). Cereal grains and coronary heart disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 1-14. [doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601283](https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601283).
- Webster, F. H. (2002). Whole-grain oats and oat products. *Whole-Grain Foods in Health and Disease*. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemistry, 83-123.
- Wood, P. J., Braaten, J. T., Scott, F. W., Riedel, D., Poste, L. M. J. (1990). Comparisons of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic index. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38, 753-757.
- Wood, P. J. (1991). Oat  $\beta$ -glucan physicochemical properties and physiological effects. *Trends Food Science and Technology*, 2, 311-314. [doi.org/10.1016/0924-2244\(91\)90733-Y](https://doi.org/10.1016/0924-2244(91)90733-Y).
- Yalçın, S. (2020, Temmuz 5). Tane Yemler. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/44619/mod\\_resource/content/0/Tane-Yemler-Sakine-Yalcin.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/44619/mod_resource/content/0/Tane-Yemler-Sakine-Yalcin.pdf)
- Yaver, E. ve Ertaş, N. (2013). Yulafın bileşimi, hububat endüstrisinde kullanım alanları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (13), 41-50.
- Youngs, V. L., Puskulcu, M., Smith, R. R. (1977). Oat lipids. I. Composition and distribution of lipid components in two oat cultivars. *Cereal Chemistry*, 76, 159-169.
- Yürür, N. (1998). Serin İklim Tahılları-I. Uludağ Üniversitesi Yayınları, 7, 250