



# ZİRAAT

## MÜHENDİSLİĞİ

TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ HAKEMLİ YAYIN ORGANIDIR

Yıl: 2022 Sayı: 376

ISSN 1301-0891 | e-ISSN 2651-4494







Sayı : 376

Yıl : 2022

ISSN - 1301 - 0891  
e-ISSN - 2651-4494

www.tzymb.org.tr  
http://dergipark.org.tr/zm

Yayın Türü:  
Yerel Süreli Yayın

SAHİBİ  
Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği  
Yönetim Kurulu Adına

Genel Başkan  
Mehmet Ali ÜNAL

GENEL YAYIN YÖNETMENİ VE  
YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ  
Erol Gürkan İŞİN

BİLİMSEL YAYIN KOORDİNATÖRÜ  
Prof.Dr. Hasan H.ATAR

ALAN-İSTATİSTİK-DİL EDİTÖRLERİ,  
YARDIMCI EDİTÖRLER  
Doğan DOĞAN, Mahmut Reşat SOBA,  
Mustafa SÜRMEN, Muhittin Yağmur POLAT,  
Nuray ÇİÇEK, Pınar AMBARCIOĞLU,  
Tuğçe Ayşe KARDEŞ

İDARE VE YAZIŞMA ADRESİ  
Sakarya Caddesi No: 30/2  
Kızılay / ANKARA  
TEL: 0.312 433 59 81  
Faks : 0.312 433 64 11

Ziraat Mühendisliği Dergisi Basın İlan  
Kurumu'nun 14.10.1998 Tarih ve 2358 sayılı  
kararı ile "RESMİ İLAN VERİLECEK  
DERGİLER"  
listesine alınmıştır.

Dergimiz  
http://dergipark.org.tr/zm  
adresi üzerinden  
elektronik olarak yayınlanmaktadır.

## İÇİNDEKİLER

### 4 Burçakta (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) In Vitro Sürgün Rejenerasyonu

Satı UZUN, Lokman KARAHASAN, Onur OKUMUŞ  
Araştırma Makalesi

### 12 Farklı Yer Fıstığı Çeşitlerinin Melezlenmesinden Elde Edilen İleri Kademelerdeki Yer Fıstığı Hatlarının, Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Halil BAKAL, Fahriye Bihter ZAİMOĞLU ONAT, Pınar ÇUBUKÇU  
Araştırma Makalesi

### 23 Borik Asit Ön Uygulamalarının Bazı Mürdümük Çeşitlerine Ait Tohumların Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri

Ayşe Nida KURT, Yasir TUFAN, Mahir ÖZKURT, Yaşar KARADAĞ  
Araştırma Makalesi

### 33 Adıyaman İli Şartlarında Farklı Lokasyonların Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Verim ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi

Mehmet İNAN, Muzaffer KIRPIK, Gökhan BÜYÜK  
Araştırma Makalesi

### 42 Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerine Ait Tohumların Fiziksel Özellikleri

Zeynep DUMANOĞLU, Selim ÖZDEMİR, Kağan KÖKTEN  
Araştırma Makalesi

### 48 Michele Palieri Sofralık Üzüm Çeşidinde Farklı Fenolojik Gelişim Aşamalarında Gerçekleştirilen Yaprak Alma ve Salkım Seyreltmenin Fitokimyasal Bileşenler Üzerine Etkisi

İlknur KORKUTAL, Elman BAHAR, Serhan AZSÖZ  
Araştırma Makalesi

### 62 Domates Güvesi (*Tuta absoluta*) ile Mücadelede Biyolojik Mücadele Çalışmalarının Sürdürülebilirliği

Münevver KODAN, Belma ÖZERCAN, Filiz ÖNTEPELİ  
Araştırma Makalesi

### 75 Lavanta (*Lavandula x intermedia*) Bitkisi Distilasyon Atıklarının Silajlık Mısır Bitkisinin Gelişim Özelliklerine Etkisi

Cafer TÜRKMEN, Uğur BİNBİR  
Araştırma Makalesi

### 88 Salinity Tolerance of Different Silage Hybrids Maize Cultivars

Ramazan BEYAZ, Xin DAİ  
Research Article

### 97 Dikey Tarım Tesislerinde Yapay Aydınlatma Prensipleri

Temuçin Göktürk SEYHAN, Sinem SEYHAN, Hasan SİLLELİ, Hasan YILMAZ  
Derleme

## TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ YÖNETİM KURULU

Genel Başkan  
**Mehmet Ali ÜNAL**

Genel Başkan Yardımcısı  
**Fazilet ULUÇ**

Genel Sekreter  
**Yavuz ER**

Genel Muhasip  
**Engin ULAŞ**

Genel Yayın Yönetmeni  
**Erol Gürkan İŞİN**

### Üyeler

**M. Murat TUNCER, Kamil EREN,  
Süleyman KURT, İbrahim KELEŞ**

### Adres

Sakarya Caddesi No: 30/2  
Yenişehir / ANKARA

TEL: 0.312 433 59 81  
Faks: 0.312 433 64 11  
www.tzymb.org.tr

## TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ ŞUBELERİ

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| ADANA:     | Celal KARA            |
| Tel .....  | 0 532 230 11 19       |
| ANTALYA:   | C. Afşin YILMAZ       |
| Tel .....  | 0 532 594 93 39       |
| İSTANBUL:  | Hikmet KARAÇAY        |
| Tel .....  | 0 532 331 40 48       |
| İZMİR:     | Fuat AKAYDIN          |
| Tel .....  | 0 532 549 35 44       |
| KONYA:     | Alprekin İLGÜN        |
| Tel .....  | 0 532 254 72 32       |
| SAMSUN:    | Prof. Dr. Hasan ÖNDER |
| Tel .....  | 0 555 303 24 37       |
| ŞANLIURFA: | Rüstem COŞKUN         |
| Tel .....  | 0 414-313 12 23       |

## TÜRK ZİRAAT MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ VAKFI

Başkan: Özbay TAŞKIN  
Başkan Yardımcısı: Nurullah ÖZCAN  
Mali Sekreter: Dursun Murat AKTAŞ  
Üye: Fikri KAYA  
Üye: Fehmi KİRAZ  
Üye: Nevzat USLUCAN  
Üye: Prof. Dr. S. Kudret SAYLAM

### Adres:

Sakarya Caddesi No: 30/3  
Kızılay / ANKARA  
Tel: 0.312 433 69 09 - 435 46 42  
Faks: 0.312 435 41 11

## Bilimsel Danışma Kurulu

Prof. Dr. Neşet ARSLAN  
Prof. Dr. Orhan ARSLAN  
Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ  
Prof. Dr. Rasih DEMİRCİ  
Prof. Dr. Celal ER  
Prof. Dr. Orhan KAVUNCU  
Prof. Dr. Mevlüt MÜLAYİM  
Prof. Dr. Ferhat ODABAŞ  
Prof. Dr. Kudret SAYLAM  
Prof. Dr. M. Turgut TOPBAŞ

## Bilimsel Yayın Kurulu

Prof. Dr. Mustafa SÜRME  
Adnan Menderes Üniversitesi  
Prof. Dr. Burhan ÖZKAN  
Akdeniz Üniversitesi  
Prof. Dr. Ahmet BAYANER  
Akdeniz Üniversitesi  
Prof. Dr. Cengiz SAYIN  
Akdeniz Üniversitesi  
Doç. Dr. Murat AKKURT  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Aziz KARAKAYA  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Aziz TEKİN  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Nevzat ARTIK  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Mükerrrem ASLAN  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Ebru ŞENEL  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Ahmet ÖZÇELİK  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Dilek BAŞALMA  
Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Gürsel DELLAL  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Rıfat YALÇIN  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Sadık USTA  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nesrin YILDIZ  
Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Ali KOÇ  
Eskişehir Osmangazi Üniv.

Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU  
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. İzzet AÇAR  
Harran Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail AKYOL  
K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa YILDIRIM  
K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet AYGÜN  
Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Musa SARICA  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Celal TUNCER  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Fatih YILDIZ  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN  
Ordu Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Alp Önder YILDIZ  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Ayhan ÖZTÜRK  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ÖNDER  
Selçuk Üniversitesi

# Burçakta (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) In Vitro Sürgün Rejenerasyonu

## In Vitro Shoot Regeneration of Bitter Vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.)

### ÖZET

Bu çalışmada burçak (*Vicia ervilia* (L.) Willd) bitkisinde in vitro sürgün rejenerasyonu elde etmek amacıyla sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplantları farklı konsantrasyonlarda 6-benzilaminopurin (BAP; 0,5-2 mg/L), thidiazuron (TDZ; 0,25-1,5 mg/L) veya meta-Topolin (mT; 1-4 mg/L) ile 0,25 mg/L  $\alpha$ -naftalenasetik asit (NAA) içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültür başlangıcından 7-8 hafta sonra sürgün oluşturan eksplant yüzdesi, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu özellikleri belirlenmiştir. Sürgün oluşturan eksplant yüzdesi sürgün ucu eksplantında %75-100, kotiledon boğum eksplantında ise %57,14-92,85 arasında değişim göstermiştir. Maksimum eksplant başına sürgün sayısı hem sürgün ucu hem de kotiledon boğum eksplantlarında sırasıyla 9,75 ve 15,51 adet ile 0,5 mg/L TDZ+0,25 mg/L NAA içeren ortamda saptanmıştır. En yüksek sürgün uzunluğu ise sürgün ucu eksplantında mT içeren ortamlardan (1, 2 ve 4 mg/L) elde edilirken, kotiledon boğum eksplantında sadece 1 mg/L mT+0,25 mg/L NAA içeren ortamdan elde edilmiştir. Rejenere olan sürgünlerin köklendirilmesinde 0,5, 1 veya 2 mg/L indol-3- bütirik asit (IBA) içeren MS besin ortamı veya 1 mg/L IBA, 0-1 g/L aktif karbon içeren yarım veya tam MS besin ortamı kullanılmıştır. Köklenme %0-9,713 arasında değişim göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Vicia ervilia*, eksplant tipi, in vitro rejenerasyon, oksin, sitokinin

#### Sorumlu Yazar

Satı UZUN

scocu@erciyes.edu.tr

 0000-0001-9919-3145

#### Yazar

Lokman KARAHASAN

lokmankarahasan@gmail.com

 0000-0001-9490-9802

#### Yazar

Onur OKUMUŞ

okumus@erciyes.edu.tr

 0000-0001-6957-3729

Gönderilme Tarihi :

11 Mart 2022

Kabul Tarihi :

29 Eylül 2022

## ABSTRACT

In this study, to obtain in vitro shoot regeneration in bitter vetch (*Vicia ervilia* L. Willd), shoot tip and cotyledon node explants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium containing different concentration of 6-benzylaminopurine (BAP; 0.5-2 mg/L), thidiazuron (TDZ; 0.25-1.5 mg/L) or meta-Topoline (mT; 1-4 mg/L) with 0.25 mg/L  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA). Shoot regeneration frequency, the number of shoots per explant and shoot length were determined 7-8 weeks after the initiation of culture processes. The shoot regeneration frequency in the shoot tip explant was between 75-100% and between 57.14-92.85% in the cotyledon node explant. The maximum shoot numbers per explant were determined on medium containing 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA with 9.75 and 15.51 in both shoot tip and cotyledon node explants, respectively. While the highest shoot lengths were obtained on medium containing mT (1, 2 and 4 mg/L) at the shoot tips, it was measured on medium containing only 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA in the cotyledon node explants. MS medium containing 0.5, 1 or 2 mg/L indole-3-butyric acid (IBA) or half or full strength MS medium containing 1 mg/L IBA, 0-1 g/L activated carbon were used for rooting of regenerated shoots. Rooting varied between 0-9.713%.

**Keywords:** *Vicia ervilia*, explant type, in vitro regeneration, auxin, cytokinin

## GİRİŞ

Burçak tek yıllık bir baklagil yem bitkisidir. Avrupa, Batı ve Orta Asya, Kuzey Afrika ve Akdeniz havzasında doğal olarak bulunur (Açıkgöz, 2021). Burçak tanelerinde yaklaşık %21-28, kuru otunda ise %14.6-17.8 ham protein içerir (Larbi, El-Moneim, Nokkoul, Jammal, ve Hassan, 2011). Burçak metabolik enerji, protein, demir, bakır, potasyum, fosfor ve klor gibi mineraller açısından iyi bir kaynak olup, aminoasit profili lizin bakımından soya küspesine yakındır (Ayaşan, 2010). Burçak kurağa oldukça dayanıklıdır, diğer kültür bitkilerinin ekonomik olarak tarımının yapılamadığı alanlarda, kireççe fakir topraklarda, taşlı, yamaç tarlalarda yetişebilmektedir (Balabanlı, 1998). Ülkemizde Ege, Akdeniz, İç Anadolu, Güneydoğu

Anadolu Bölgelerinde çiftçilerin elinde yerel popülasyonlar kullanılarak, geleneksel usullerle tarımı yürütülmektedir (Serin, Tan ve Çelebi, 1997). Burçağın özellikle hasadı ve harmanı oldukça zordur. Bitki kısa boyludur ve makinalı hasada uygun değildir. Bitkinin veriminin düşük olması ve makinalı hasada uygun olmaması nedeniyle tarımı gün geçtikçe azalmaktadır (Serin ve Tan, 2001; Elçi, 2005). Ancak marjinal alanların değerlendirilmesinde önemli bir yem bitkisi olan burçak, kurağa dayanıklılığının yüksek olması nedeniyle nadas alanları için de bir umut olabilir (Serin vd., 1997). Çevre ve gıda güvenliğinin gün geçtikçe önem kazanması ekstrem iklim ve toprak özelliklerinde yetiştirilebilecek burçak bitkisini daha da önemli kılmaktadır (Arslan, 2019). Burçak bitkisinde çeşit geliştirme çalışmaları çok sınırlı seviyede kalmış ve ülkemizde tescilli bir çeşit henüz bulunmamaktadır.

Doku kültürü teknikleri son yıllarda geleneksel bitki ıslahında doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılmakta ve kısa sürede etkili sonuçların alınmasına olanak sağlanmaktadır. Doku kültürü yöntemleri kullanılarak birçok bitki türünde tarımsal açıdan başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Dağüstü, 2018). Ancak doku kültürü yöntemlerinde başarı başta genotip ve besi ortamının bileşimi olmak üzere çeşitli genetik, fiziksel ve kimyasal faktörlerden oldukça etkilenmektedir (Uysal ve Topbaş, 2021). Burçak bitkisinde bazı hatlarda olgunlaşmamış embriyo ve kotiledon boğum eksplantlarında farklı büyüme düzenleyiciler kullanılarak in vitro bitki rejenerasyonu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Erdoğan, Çöçü, Parmaksız, Sancak, ve Arslan, 2004; 2005). Bu çalışmada ise yerel olarak yetiştirilen bir burçak popülasyonunun sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplantlarından in vitro sürgün rejenerasyonu üzerine TDZ (Thidiazuron), BAP (6- Benzilaminopurin) ve mT (meta-Topolin) gibi farklı sitokinlerin etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Uşak yöresinde yaygın olarak tarımı yapılan yerel popülasyon materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan burçak tohumları %50 ticari çamaşır suyunda 15 dakika süreyle manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırılarak steril edilmiş ve ardından 3 kez ilki 5 dakika olmak üzere

steril saf su ile durulanmıştır. Tohumlar 30 g/L şeker, 7.5 g/L agar içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamında çimlendirilmiştir.

Araştırmada in vitro sürgün rejenerasyonu elde etmek amacıyla 5-7 günlük fidelerden elde edilen sürgün ucu ve kotiledon boğum kısımları eksplant olarak kullanılmıştır. Eksplantlar BAP (0.5, 1, ve 2 mg/L), TDZ (0.25, 0.5, 1 ve 1.5 mg/L) veya mT (1, 2 ve 4 mg/L) sitokininlerinin farklı konsantrasyonlarının 0.25 mg/L NAA ile kombinasyonlarını içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Rejenerasyon denemelerinde tüm ortamlara 30 g/L şeker ilave edilmiş olup, ortamlar 7.5 g/L agar ile katılaştırılmıştır. Eksplantlar 1 defa alt kültüre alınmıştır. Kültür başlangıcında 7-8 hafta sonra sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplantlarında sürgün oluşturan eksplant sayısı, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu belirlenmiştir.

Rejenerasyon sonucunda elde edilen sürgünlerde köklendirme işlemi için iki farklı uygulama yapılmıştır. Birinci uygulamada 0.5, 1 ve 2 mg/L IBA, 30 g/L şeker, 7.5 g/L agar içeren MS besin ortamında köklendirme işlemi gerçekleştirilirken; ikinci uygulamada 1 mg /L IBA oksin kaynağı olarak belirlenmiş, tam MS, yarım MS ve 1 g/L aktif karbon kullanılmıştır. Kök oluşturan sürgünler sayılarak kök oluşturan sürgün yüzdesi hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan tüm ortamların hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Saf su, besin ortamların ve çalışmada kullanılan alet ekipmanın sterilizasyonu otoklav ile (1.5 atmosfer basınç altında, 121 °C'de 20 dakika) gerçekleştirilmiştir. TDZ ve mT ise filtre sterilizasyonu yapılarak otoklavdan sonra besin ortamına eklenmiştir. Tüm steril çalışmalar hepa filtreli steril kabin (Nüve L120) içerisinde gerçekleştirilmiştir. Besin ortamlarının pH'sı 1 N NaOH ve 1 N HCl kullanılarak 5.5 ile 5.8 arasında ayarlanmıştır. Tüm kültürler 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 24±2°C'de ve 5000 lüks ışık yoğunluğunda büyütülmüştür.

İn vitro rejenerasyon denemeleri tesadüf parselleri deneme deseninde 2 faktörlü (10 farklı ortam ve 2 farklı eksplant) olarak yürütülmüştür. Denemeler her tekrerde

7 eksplant olacak şekilde 4 tekerrürlü kurulmuştur. Köklendirme denemeleri ise tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekrür 28 eksplant içerecek şekilde yürütülmüştür. Yüzde olarak elde edilen verilere varyans analizinden önce "arcsin" transformasyonu uygulanmıştır. Denemelerden elde edilen verilere SPSS 16.0 paket programı yardımıyla bilgisayarda varyans analizleri yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklar %5 olasılık düzeyine göre Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada burçak bitkisinde in vitro sürgün rejenerasyonu elde etmek amacıyla kotiledon boğum ve sürgün ucu eksplantları farklı konsantrasyonlarda BAP, TDZ veya mT ile 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Kültür başlangıcından 7-8 hafta sonra sürgün oluşturan eksplant yüzdesi, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu özellikleri belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre sürgün oluşturan eksplant yüzdesinde eksplant ve sitokinin x eksplant interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunurken, sitokininler %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sürgün ucu eksplantında en yüksek sürgün oluşturan eksplant yüzdesi (%100) 0.5 ve 1 mg/L BAP, 0.5 ve 1 mg/L TDZ, 1, 2 ve 4 mg/L mT içeren besin ortamlarında elde edilirken; en düşük %75 ile 0.25 mg/L TDZ içeren ortamda elde edilmiştir (Tablo 1). Kotiledon boğum eksplantında ise en yüksek sürgün rejenerasyonu %92.85 ile 1 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA içeren ortamdan, en düşük ise %57.14 ile 2 mg/L mT+0.25 mg/L NAA içeren ortamdan elde edilmiştir. Sürgün ucu eksplantının sürgün rejenerasyonu ortalama %95.71, kotiledon boğum eksplantının ise %79.64 olarak belirlenmiştir. Sürgün ucu eksplantının sürgün oluşturan eksplant yüzdesi kotiledon boğum eksplantından daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Sancak (1999) koca figde; Sancak, Mirici, ve Özcan (2000) Macar figinde; **Çöçü**, Uranbey, ve Sancak (2003) adi figde ve Erdoğan vd. (2005) burçakta yaptıkları çalışmalarda eksplantların rejenerasyon frekanslarının farklılık gösterdiğini bildirmektedirler.



Tablo 1. Burçakta farklı sitokinin konsantrasyonlarında sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplantlarından elde edilen sürgün oluşturan eksplant yüzdelerine ait ortalama değerler (%)

| Bitki Büyüme Düzenleyicileri | Eksplantlar      |                   | Ortalamalar   |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------------|
|                              | Sürgün Ucu       | Kotiledon Boğum   |               |
| 0.5 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA   | 100 (90) a       | 85.71 (74.22) a   | 92.86 (82.11) |
| 1 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA     | 100 (90) a       | 92.85 (78.89) a   | 96.43 (84.45) |
| 2 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA     | 96.43 (84.45) a  | 82.14 (68.29) ab  | 89.28 (76.37) |
| 0.25 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA  | 75 (63.62) b     | 85.72 (63.62) abc | 80.36 (68.73) |
| 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA   | 100 (90) a       | 85.71 (70.82) a   | 92.86 (80.41) |
| 1 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA     | 100 (90) a       | 71.43 (61.48) abc | 85.71 (75.74) |
| 1.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA   | 85.71 (70.82) ab | 85.71 (67.79) ab  | 85.71 (69.30) |
| 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 100 (90) a       | 89.29 (76.37) a   | 94.64 (83.19) |
| 2 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 100 (90) a       | 57.14 (49.29) c   | 78.57 (69.65) |
| 4 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 100 (90) a       | 60.71 (51.25) bc  | 80.36 (70.63) |
| Ortalamalar                  | 95.71 (84.89)    | 79.64 (67.23)     |               |

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 düzeyinde önemlidir. "arcsin" transformasyon değerleri parantez içinde verilmiştir.

Yapılan uygulamaların eksplant başına sürgün sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde eksplant başına sürgün sayısı üzerine eksplant, sitokinin ve eksplant × sitokinin interaksiyonunun etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sürgün ucu eksplantında en yüksek eksplant başına sürgün sayısı 9.75 ile 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamından elde edilirken bu ortam ile 0.5 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA, 1 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA, 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA, 2 mg/L mT+0.25 mg/L NAA ve 4 mg/L mT+0.25 mg/L NAA içeren ortamlar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Tablo 2). Kotiledon boğum eksplantında ise en yüksek eksplant başına sürgün sayısı 15.51 ve 14.97 adet ile sırasıyla 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA ve 0.25 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamlarından elde edilmiştir. Eksplant tipine göre eksplant başına en yüksek sürgün rejenerasyonu elde edilen ortamlar birbirinden farklılık göstermiştir. Daha önce 6 farklı burçak hattında yürütülen bir araştırmada da olgunlaşmamış embriyo ve kotiledon

eksplantlarından elde edilen en yüksek sürgün sayıları ortamların sitokinin içeriğine göre farklılık göstermiştir (Erdoğan vd., 2005). Macar fiğinde Sancak vd. (2000) tarafından yürütülen çalışmada ise en yüksek eksplant başına sürgün sayısı olgunlaşmamış kotiledon eksplantında 7.5 adet ile 20 µM BAP ve 2.5 µM NAA içeren ortamdan elde edilirken, olgunlaşmamış embriyo eksplantında 15.9 adet 10 µM BAP ve 2.5 µM NAA içeren ortamdan elde edilmiştir. Nitekim Magyar-Tabori, Dobranszki, da Silva, Bulley, ve Hudak (2010) elmada organogenesis üzerine sitokininlerin önemi üzerine yaptıkları derlemede besin ortamına eklenen sitokininlerin bölünme ve organogenesis indüklemeleri ve diğer fizyolojik ve gelişimsel süreçleri etkilemeleri nedeniyle önemli olduğunu bildirmektedir. Ayrıca sitokinin türü ve konsantrasyonunun doku kültürünün başarısını etkilediğini çünkü sitokininlerin alımlarının, taşınımalarının ve metabolizmalarının çeşitler arasında değişim gösterdiğini ve bir eksplantın endojen sitokininleri ile etkileşime girebileceğini ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Burçakta farklı sitokinin konsantrasyonlarında sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplantlarından elde edilen eksplant başına sürgün sayılarına ait ortalama değerler (adet)

| Bitki Büyüme Düzenleyicileri | Eksplantlar |                 | Ortalama |
|------------------------------|-------------|-----------------|----------|
|                              | Sürgün Ucu  | Kotiledon Boğum |          |
| 0.5 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA   | 7.75 abcd   | 8.56 cd         | 8.16     |
| 1 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA     | 6.89 bcde   | 9.60 bc         | 8.25     |
| 2 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA     | 5.79 de     | 7.48 cd         | 6.63     |
| 0.25 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA  | 6.17 cde    | 14.97 a         | 10.57    |
| 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA   | 9.75 a      | 15.51 a         | 12.63    |
| 1 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA     | 8.10 abcd   | 11.48 b         | 9.79     |
| 1.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA   | 4.91 e      | 6.22 de         | 5.57     |
| 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 8.96 ab     | 7.17 d          | 8.07     |
| 2 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 8.25 abc    | 3.69 f          | 5.97     |
| 4 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 9.39 a      | 4.84 ef         | 7.11     |
| <b>Ortalama</b>              | 7.60        | 8.95            |          |

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 düzeyinde önemlidir.

Pürin olmayan bir fenilüre bileşiği olan TDZ, sitokinin benzeri pürin tipi sitokininlerden daha etkili ve sürgün çoğaltımını uyarma konusunda oldukça başarılıdır (Kumari, Singh, Yadav, ve Tran, 2018). Ancak bitki rejenerasyonu üzerine sürgün çoğaltımının ve uzamasının engellenmesi ile birleşmiş sürgün gibi zararlı etkiler de gösterebilir (Dewir, Nurmansyah, Naidoo, ve Silva, 2018; Kumari vd., 2018). TDZ, sitokinin oksidaz enzimleri tarafından parçalanmadığından uygulanan dokularda kalır ve ortama doğrudan eklenen yüksek konsantrasyonlarda TDZ bitkilerde zararlı etkilere neden olabilir (Dewir vd., 2018; Kumari vd., 2018; Kumari, Singh, Yadav, ve Tran, 2021). Bu nedenle doku kültürü çalışmalarında TDZ konsantrasyonunun optimizasyonu ve uygulama şekli oldukça önemlidir. Her iki eksplanta da 0.5 mg/L TDZ'de en yüksek eksplant başına sürgün sayısı elde edilirken TDZ konsantrasyonunu artmasıyla eksplant başına sürgün sayısında bir azalma meydana gelmiştir. Benzer şekilde TDZ konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak eksplant başına sürgün sayısında meydana gelen azalma durumu tüylü fiğde Aasım, Şahin-Demirbağ, Khawar, Kendir ve Özcan, (2011) tarafından yapılan çalışmada da bildirilmektedir.

Uygulamaların sürgün uzunluğuna etkisine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde sürgün uzunluğu üzerine eksplant ve sitokininlerin etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken sitokinin × eksplant interaksiyonu %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tablo 3 incelendiğinde en yüksek sürgün uzunlukları sürgün ucu eksplantında 1, 2 veya 4 mg/L mT+0.25 mg/L NAA, kotiledon boğum eksplantında ise 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA içeren ortamlarda elde edilmiştir (Tablo 3). Farklı araştırmacılar tarafından Allamanda carhartica, Salvia sclarea ve Withania somnifera'da yürütülen araştırmalarda da mT içeren ortamlarda uygulanan diğer sitokininlere göre daha yüksek sürgün uzunluğu değerleri bildirilmiştir (Khanam, Javed, Anis, ve Alatar, 2020; Erişen, Kurt-Gür, ve Servi, 2020; Kaur, Kaur, Bhandawat, ve Pati, 2021).

Elde edilen sürgünlerde köklendirme çalışmalarında iki farklı protokol uygulanmıştır. Birinci protokolda sürgünler 0.5, 1 ve 2 mg/L IBA, 30 g/L şeker içeren 7.5 g/L agar ile katılaştırılan tam MS ortamında köklendirilmiştir. Aktif karbon karanlık bir ortam sağlaması, inhibitör maddeleri adsorbe etmesi, toksik ve fenolik bileşikleri önemli ölçüde azaltması gibi özelliklerinden dolayı köklendirme çalışmalarında sıklıkla kullanılmadığıdır (Thomas, 2008). Bu



nedenle ikinci protokolde 1 mg/L IBA, yarım veya tam MS ortamı ile 1 g/L aktif karbon içeren ve içermeyen ortamlar köklendirme amacıyla kullanılmıştır. Deneme sonucunda her iki protokolde de kök oluşturan sürgün yüzdesine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Burçakta köklenme %0-9.713 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4 ve 5). Daha önce Erdoğan vd. (2004) tarafından yürütülen çalışmada 2 mg/L IBA içeren MS besin ortamında %100 köklenme elde

edilmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıklar genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim Gianguzzi, Barone, ve Sottile, (2020) *Capparis spinosa*'da köklenme üzerine genotipin çok etkili olduğunu ifade etmektedir. Hnatuszko-Konka, Kowalczyk, Gerszberg, Glinska, ve Grzegorzczak-Karolak (2019) fasulyede çeşitlere göre köklenme oranını %22-66 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Tablo 3. Burçakta farklı sitokinin konsantrasyonlarında sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplantlarından elde edilen sürgünlerin uzunluklarına ait ortalama değerler (cm)

| Bitki Büyüme Düzenleyicileri | Eksplantlar |                 | Ortalama |
|------------------------------|-------------|-----------------|----------|
|                              | Sürgün Ucu  | Kotiledon Boğum |          |
| 0.5 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA   | 2.63 c      | 2.71 b          | 2.67     |
| 1 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA     | 2.72 bc     | 2.27 bc         | 2.50     |
| 2 mg/L BAP+0.25 mg/L NAA     | 1.75 d      | 2.16 bc         | 1.96     |
| 0.25 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA  | 2.42 cd     | 2.35 bc         | 2.38     |
| 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA   | 2.56 cd     | 2.50 bc         | 2.53     |
| 1 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA     | 2.50 cd     | 1.82 c          | 2.16     |
| 1.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L NAA   | 2.19 cd     | 1.78 c          | 1.99     |
| 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 4.01 a      | 3.94 a          | 3.98     |
| 2 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 4.06 a      | 2.23 bc         | 3.15     |
| 4 mg/L mT+0.25 mg/L NAA      | 3.44 ab     | 2.83 b          | 3.14     |
| <b>Ortalama</b>              | 2.83        | 2.46            |          |

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 düzeyinde önemlidir.

Tablo 4. Burçakta farklı IBA dozlarında elde edilen kök oluşturan eksplant yüzdelere ait ortalama değerler (%)

| IBA Konsantrasyonları | Kök Oluşturan Eksplant Yüzdesi |
|-----------------------|--------------------------------|
| 0.5 mg/L IBA          | 4.763                          |
| 1 mg/L IBA            | 9.713                          |
| 2 mg/L IBA            | 1.333                          |

Tablo 5. Burçakta farklı köklendirme ortamlarında elde edilen kök oluşturan eksplant yüzdelere ait ortalama değerler (%)

| Ortamlar                                   | Kök Oluşturan Eksplant Yüzdesi |
|--|--------------------------------|
| 1 mg/l IBA + tam MS                        | 2.380                          |
| 1 mg/L IBA + yarım MS                      | 5.952                          |
| 1 mg/L IBA + tam MS + 1g/L aktif karbon    | 3.573                          |
| 1 mg/L IBA + yarım MS + 1 g/L aktif karbon | 0                              |

## SONUÇ

Bu araştırmada farklı sitokinin kaynağı ve konsantrasyonlarında burçak bitkisinin sürgün ucu ve kotiledon boğum eksplanlarından in vitro sürgün rejenerasyonu elde edilmiştir. Sürgün oluşturan eksplant yüzdesi ve eksplant başına sürgün sayısı birlikte değerlendirildiğinde en başarılı sürgün rejenerasyonu iki eksplantta da 0.5 mg/L TDZ+0.25 mg/L içeren MS besin ortamından elde edilmiştir. Her iki eksplant birlikte değerlendirildiğinde en yüksek sürgün uzunlukları 1 mg/L mT+0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında belirlenmiştir. Elde edilen sürgünlerde köklenme %0-9.713 arasında değişim göstermiştir.

## AÇIKLAMALAR

Bu makale Lokman KARAHASAN'ın Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Bu araştırma için etik kurul izni ve/veya yasal/ özel izin alınmasına gerek duyulmamıştır. Yazarlar arasında herhangi bir "Çıkar Çatışması" bulunmamaktadır.

## KAYNAKÇA

- Aasim, M., Sahin-Demirbag, N., Khawar, M.K., Kendir, H. ve Özcan, S. 2011. Direct axillary shoot regeneration from the mature seed explant of the hairy vetch (*Vicia villosa* Roth). Archives of Biological Sciences, 63 (3): 757-762.
- Açıkgöz, E. 2021. Yem Bitkileri (Cilt 1). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Ayaşan, T. 2010. Burçağın (*Vicia ervilia* L.) hayvan beslemede kullanılması. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16 (1): 167-171.
- Arslan, M. 2019. Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı ümitvar baklagiller olarak mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ve burçak (*Vicia ervilia* L.)'ın önemi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (1): 97-104.
- Balabanlı, C. 1998. Burçak hatların (*Vicia ervilia* (L.)

Willd.)'da bazı tarımsal karakterlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 7 (2): 45-50.

- Çöçü, S., Uranbey, S., Sancak, C. 2003. Bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinde olgunlaşmamış embriyo eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 9 (4): 445-449.
- Dağüstü, N. 2018. Bitki doku kültürü uygulamalarının ıslah çalışmalarında kullanılması. TÜRKTOB dergisi, 25: 23-26.
- Dewir, Y. H., Nurmansyah, Naidoo, Y., Teixeira da Silva, J. A. 2018. Thidiazuron-induced abnormalities in plant tissue cultures. Plant cell reports, 37 (11): 1451-1470.
- Elçi, Ş., 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri, TC. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, 486 s.
- Erdoğan Y., Çöçü S., Parmaksız İ., Sancak C. ve Arslan, O. 2004. Bazı burçak (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) kotiledon boğum eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (2): 206-210.
- Erdoğan, Y., Çöçü, S., Parmaksız, İ., Sancak, C., Arslan, O. 2005. Burçak (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) bitkisinin olgunlaşmamış embriyo eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu ve hızlı çoğaltım. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (1): 60-64.
- Erişen, S., Kurt-Gür, G., Servi, H. 2020. In vitro propagation of *Salvia sclarea* L. by meta-Topolin, and assessment of genetic stability and secondary metabolite profiling of micropropagated plants. Industrial Crops and Products, 157 (2): 112892.
- Gianguzzi, V., Barone, E., Sottile, F. 2020. In vitro rooting of *Capparis spinosa* L. as affected by genotype and by the proliferation method adopted during the multiplication phase. Plants, 9 (3): 398.
- Hnatuszko-Konka, K., Kowalczyk, T., Gerszberg, A., Glinska S., Grzegorzczak-Karolak, I. 2019. Regeneration of *Phaseolus vulgaris* from epicotyls and hypocotyls via direct organogenesis. Scientific Reports, 9: 6248.

- Kaur, K., Kaur, K., Bhandawat, A., Pati, P. K. 2021. In vitro shoot multiplication using meta-Topolin and leaf-based regeneration of a withaferin A rich accession of *Withania somnifera* (L.) Dunal. *Industrial Crops and Products*, 171: 113872.
- Khanam, M. N., Javed, S. B., Anis, M., Alatar, A. A. 2020. meta-Topolin induced in vitro regeneration and metabolic profiling in *Allamanda cathartica* L. *Industrial Crops and Products*, 145: 111944.
- Kumari, P., Singh, S., Yadav, S., Tran, L.S.P. 2018. Pretreatment of seeds with thidiazuron delimits its negative effects on explants and promotes regeneration in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 133: 103–114
- Kumari, P., Singh, S., Yadav, S., Tran, L. S. P. 2021. Influence of different types of explants in chickpea regeneration using thidiazuron seed-priming. *Journal of Plant Research*, 134:1149-1154.
- Larbi, A., El-Moneim, A. A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011. Intra-species variations in yield and quality determinants in Vicia species: 1. Bitter vetch (*Vicia erviilia* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 165 (3-4): 278-287.
- Magyar-Tábori, K., Dobránszki, J., da Silva, J. A. T., Bulley, S. M., Hudák, I. 2010. The role of cytokinins in shoot organogenesis in apple. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 101(3): 251-267.
- Sancak, C., 1999. Koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.)'in olgunlaşmamış embriyo eksplantlarından adventif sürgün sürgün rejenerasyonu. *Gazi üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 19 (2): 25-33.
- Sancak, C., Mirici, S., Özcan, S. 2000. High frequency shoot regeneration from embriyo explants of Hungarian vetch. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 61: 231-235.
- Serin, Y., Tan, M. 2001. Baklagil Yem Bitkileri, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Serin, Y., Tan, M., Çelebi, H.B. 1997. Erzurum yöresine uygun burçak (*Vicia erviilia* (L.) Willd.) hatlarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 6 (2): 13-22.
- Thomas, T.D. 2008. The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology Advances*, 26: 618-631.
- Uysal, H., Topbaş, T. 2021. Korunga (*Onobrychis viciifolia*) hipokotil eksplantlarının in vitro rejenerasyon yeteneğinin belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği*, 372: 75-82



# Farklı Yer Fıstığı Çeşitlerinin Melezlenmesinden Elde Edilen İleri Kademelerdeki Yer Fıstığı Hatlarının, Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

## The Determination of Important Agronomic and Quality Characteristics of Advanced Peanut Breeding Lines Belonging to Different Crossing Combinations

### ÖZET

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi araştırma alanında, 2019 ve 2020 yılı üretim sezonunda ana ürün koşullarında yapılmıştır. Araştırmaya konu olan denemeler tesadüf bloklar deneme desenine göre, üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada, farklı yer fıstığı çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen ve pedigri seleksiyon yöntemine göre seçilen ve denemeye değer bulunan 14 adet ileri ıslah hattı ( $F_8$  ve  $F_9$ ) ile Sultan, Ayşehanım, NC-7 ve Halisbey çeşitleri de (standart olarak) materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada, denemeye alınan ileri kademedeki yer fıstığı hatlarına ait bitki başına meyve sayısı ve ağırlığı, 100 tohum ağırlığı, iç randımanı, meyve ve tohum verimi ile yağ ve protein oranı gibi önemli özellikler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; denemeye alınan yer fıstığı hatlarına ait meyve ve tohum verimi değerleri iki yıllık ortalamasına göre sırasıyla 427.9-791.6 kg/da ve 312.5-550.0 kg/da arasında değişim göstermiştir. Dekara en yüksek meyve verimi Osmaniye 2005 x NC-7 çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen HA-03 (791.6 kg/da) elde edilmiştir. İki yıllık ortalama değerlere göre HA-03, HW-1, YF-8/P ve YF-19 ıslah hatlarının meyve verimi bakımından standart çeşitlerinden daha yüksek değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Islah hattı, meyve verimi, tarımsal ve kalite özelliği, yer fıstığı

#### Sorumlu Yazar

**Halil BAKAL**


hbakal@cu.edu.tr

 0000-0002-9645-9291

#### Yazar

**Fahriye Bihter ZAIMOĞLU ONAT**


bzaimoglu@cu.edu.tr

 0000-0003-0418-3345

#### Yazar

**Pınar ÇUBUKÇU**

pcubukcu@hotmail.com

 0000-0001-8949-0832

Gönderilme Tarihi :  
Kabul Tarihi :

29 Mart 2022  
06 Aralık 2022

## ABSTRACT

This study was conducted as a main crop in University of Cukurova, Faculty of Agriculture Field Crops Department in 2019 and 2020. The objective of this study was to determine the important agronomic and quality characteristics of advanced peanut breeding lines ( $F_8$  and  $F_9$ ) in main crop growing condition. In this study, 14 advanced peanut breeding lines belonging to Osmaniye-2005 x NC-7 (HA-01, HA-02, HA-03 and HA-14), Halisbey x Flower 32 (HC-1 and HC-4), Halisbey x Wilson (HW-1), Halisbey x HA-Runner (HR-1), Sultan x Brantley (YF-16/SB and YF-21/SB) and Halisbey x Brantley (YF-1, YF-8/P, YF-15 and YF-19) crossings and four standard varieties (Sultan, Ayşehanım, NC-7 and Halisbey) were used as a plant material. The experimental design was a randomized complete block with three replications. Pod number and pod weight per plant, 100-seed weight, shelling percentage, pod and kernel yield per decar, oil and protein content values of lines were investigated. According to a two year average, the pod and seed yield per decar of breeding lines varied between 427.9-791.6 kg/da and 312.5-550.0 kg/da, respectively. The highest pod yield per decar was obtained from HA-03 line (791.6 kg/da) belonging to Osmaniye-2005 x NC-7 crossing. The pod yield of HA-03, HW-1, YF-8/P and YF-19 breeding lines were found higher than Standard varieties.

**Keywords** Agronomic characteristic, breeding lines, peanut, pod yield

## 1.GİRİŞ

Yer fıstığı (*Arachis hypogaeae* L.) tohumlarında içeriği yüksek orandaki yağ, protein, karbonhidrat, madensel maddeler ve vitaminler nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir besin kaynağıdır. Yer fıstığı tohumları, çeşitlere göre değişmekle beraber, %44-56 oranında yağ içermektedir. Yer fıstığı yağı; içeriğinde bulunan yüksek orandaki Oleik (Omega-9) ve Linoleik (Omega-6) asit nedeniyle, tat ve dayanıklılık özellikleri bakımından pek çok bitkisel yağdan, daha üstün özelliklere

sahiptir. Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan yer fıstığı küspesinde, yaklaşık %45 ham protein, %24 azotsuz öz maddeler ve %5.5 madensel maddeler bulunmaktadır. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde, karma yemlerin yapımında, bol miktarda yer fıstığı küspesi kullanılmaktadır. Ayrıca yer fıstığı; Mg, P ve S gibi madensel maddeler ile A, B ve E gibi vitaminlerce de oldukça zengindir (Arioğlu, 2014).

Yer fıstığı, tropik ve subtropik bölgelerde yer alan, dünyanın pek çok ülkesinde yetiştirilmektedir. Yer fıstığı tohumları içerdiği yüksek orandaki (%50-55) yağ nedeniyle kolza, soya ve çığıttan sonra dünyada en fazla üretimi yapılan dördüncü sıradaki yağlı tohum bitkisi olup, dünya bitkisel yağlı tohum ve ham yağ üretimi bakımından oldukça önemli bir yere sahiptir. 2019 yılı verilerine göre dünyada toplam yağlı tohum üretimi 577 milyon ton olup, bunun %8.5'ini (48.5 milyon ton) yer fıstığı oluşturmaktadır (FAO, 2019). Dünya yer fıstığı üretiminin %53'ü bitkisel ham yağ üretiminde (dünya bitkisel ham yağ üretiminin yaklaşık %6.0'sı yer fıstığından karşılanmaktadır), %32'si yer fıstığı ezmesi, şekerleme ve çerez olarak farklı şekillerde kullanılmakta ve geri kalan %15'i de yağı çıkarıldıktan sonra küspe olarak hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Liao ve Holbrook, 2007).

Ülkemiz yer fıstığı üretiminde son yıllarda önemli (%90) artışlar olmuştur. Bunun nedeni; yüksek verimli yeni çeşitlerin üretime aktarılması, birim alandan elde edilen getirisinin yüksek olması ve yer fıstığı üretiminin tamamen mekanize olmasıdır. 2019 yılı değerlerine göre ülkemizdeki yer fıstığı 170 bin ton (kabuklu olarak) olarak gerçekleşmiştir. Üretimin tamamına yakını çerez olarak tüketilmektedir (TÜİK, 2019).

Yer fıstığı tarımında birim alandan yüksek verim alabilmek ve karlı bir üretim yapabilmek için; kültürel uygulamalar kadar, bölge koşullarına uygun yüksek verimli ve üstün özelliklere sahip çeşitlerin seçilmesi de büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde çeşit geliştirme çalışmalarına ilk olarak "Batı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde" başlanılmış ve yerli popülasyonlardan, "Teksel seleksiyon" yöntemiyle Çom ve Gazipaşa çeşitleri ıslah edilmiştir. Daha sonraki

yıllarda yine bu enstitü tarafından “İntrodüksiyon” yöntemiyle NC-7 ve Florispan çeşitleri ıslah edilerek, tescil edilmiştir. Uzun yıllar ülkemizde çeşit geliştirme çalışmalarına ara verilmiş ve üreticiler uzun yıllar aynı çeşidi yetiştirmek zorunda kalmışlardır. 1993 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından ülkemizdeki yer fıstığı ıslah çalışmalarına yeniden başlanmış ve önce “Arioğlu 2003” çeşidi ıslah edilmiş, daha sonraki yıllarda “Osmaniye-2005, Halisbey ve Sultan” çeşitleri ıslah edilerek üretime aktarılmışlardır. Aynı dönemler içerisinde Polen Tohum Firması tarafından “Polen-555” ve Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından “Ayşe Hanım” çeşitleri ıslah edilerek üretime başlanılmıştır. Ayrıca Atlas Tohum Firması tarafından “Masal ve Rigel” isimli yeni yer fıstığı çeşitleri ıslah edilerek üretim izinleri alınmış ve üretimlerine başlanılmıştır.

Yer fıstığı tarımında kullanılan çeşitlerin yüksek verimli olmaları yanında, meyve kalitesi (ince kabuklu) ve tohum kalitesinin de iyi olması gerekmektedir (Arioğlu ve ark., 2003; Çalışkan ve Arioğlu, 2005). Ülkemizde üretilen yer fıstığının büyük bir kısmı (%95) çerez olarak tüketilmektedir. Bu nedenle de tohum iriliği (1000 tane ağırlığı) ve tohum kabuğu rengi tüketici tercihinine göre değişim göstermektedir (Aslan ve ark., 2005; Kurt ve ark., 2009; Arioğlu ve ark., 2016). Ayrıca, Ülkemizde yer fıstığı üretimi ana ve ikinci ürün olarak üretilmektedir. Bu nedenle ikinci ürün olarak üretimde kullanılacak çeşitlerin erkenci olması gerekmektedir. Türkiye genelinde iri tohumlu Virginia tipi yer fıstığı çeşitleri üretilmektedir (Güllüoğlu ve ark., 2018b; Aşık ve ark., 2018, Bakal ve ark., 2018, Kılınççeker ve Arioğlu, 2019). Bazı araştırmacılar tarafından, Çukurova bölgesinde yapılan yer fıstığı çeşit verim ve adaptasyon denemeleri sonunda, Virginia tipi yer fıstığı çeşitlerinin bölge koşullarında başarıyla yetişebilecekleri ortaya konmuştur (İşler ve ark., 1996; Arioğlu ve ark., 2005; Güllüoğlu ve ark., 2017a; Güllüoğlu ve ark., 2017b; Güllüoğlu ve ark., 2018a; Bakal, 2020a; Bakal, 2020b). Bu nedenle, Çukurova bölgesinde Virginia tipi çeşitlerin ıslahı ve üretime aktarılması büyük önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın amacı; Osmaniye-2005 x NC-7, Halisbey x Flower 32, Halisbey x Wilson, Halisbey x HA-Runner, Sultan x Brantley ve Halisbey x Brantley yer fıstığı çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen 14 adet ileri kademedeki ıslah hatlarının, önemli tarımsal ve kalite özelliklerini belirlemektir.

## 2.MATERYAL VE METOT

### 2.1.Deneme materyali

Osmaniye-2005 x NC-7 (HA-01, HA-02, HA-03, HA-12 ve HA-14), Halisbey x Flower 32 (HÇ-1 ve HÇ-4), Halisbey x Wilson (HW-1), Halisbey x HA-Runner (HR-1), Sultan x Brantley (YF-16/SB ve YF-21/SB) ve Halisbey x Brantley (YF-1, YF-8/P, YF-15 ve YF-19) yer fıstığı çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen 15 adet ileri kademedeki ıslah hatlarının, verim potansiyelleri ile önemli tarımsal ve kalite özelliklerini belirlemek amacı ile yapılan bu çalışmada, Sultan, Ayşehanım, NC-7 ve Halisbey çeşitleri de standart olarak kullanılmıştır. Araştırmaya konu olan denemeler; Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme arazisinde, 2019 ve 2020 yılında ve ana ürün koşullarında yürütülmüştür.

### 2.2.Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri

Denemeni yapıldığı alana ait toprağın pH'sı 2019 yılında 7.45, 2020 yılında ise 7.65 arasında değişim göstermiş olup, genellikle hafif alkali bir yapıya sahiptir. Toprağın  $P_2O_5$  içeriği yıllara göre 3.0-3.6 kg/da,  $K_2O$  içeriği ise 75.0-81.0 kg/da olarak tespit edilmiştir. Yer fıstığı yetiştiriciliği bakımından, denemenin kurulduğu alandaki topraklarda  $K_2O$  içeriği yeterli olup,  $P_2O_5$  ihtiyacı gübreleme ile karşılanmıştır. Toprağın kireç içeriği yıllara göre %22.0-22.8 ve organik madde içeriği ise %1.6-1.3 olarak belirlenmiştir.

Deneme süresince ve uzun yıllar ortalamalarına göre (1929-2019) Adana iline ait bazı iklim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Çizelge 1. Denemenin kurulduğu Adana iline ait bazı iklim değerleri (2019-2020 ve uzun yıllar iklim verileri).

| Aylar   | Ortalama sıcaklık (°C) |      |      | Toplam yağış (mm) |      |      | Nispi nem (%) |      |      |
|---------|------------------------|------|------|-------------------|------|------|---------------|------|------|
|         | 2019                   | 2020 | U.Y  | 2019              | 2020 | U.Y  | 2019          | 2020 | U.Y  |
| Nisan   | 17.0                   | 18.3 | 17.5 | 61.4              | 21.4 | 51.1 | 67.0          | 70.2 | 60.1 |
| Mayıs   | 24.1                   | 23.3 | 21.7 | 2.6               | 66.6 | 47.1 | 57.6          | 61.0 | 63.2 |
| Haziran | 27.1                   | 25.0 | 25.6 | 13.8              | 38.2 | 20.5 | 68.7          | 70.9 | 70.2 |
| Temmuz  | 28.4                   | 29.4 | 28.2 | 28.0              | 0.0  | 6.2  | 68.8          | 74.3 | 67.5 |
| Ağustos | 29.6                   | 30.1 | 28.7 | 0.0               | 0.0  | 5.5  | 68.0          | 72.7 | 68.5 |
| Eylül   | 27.3                   | 29.1 | 26.1 | 0.0               | 0.0  | 17.6 | 62.1          | 71.7 | 65.4 |

U.Y: Uzun yıllar (1929-2019) (Adana Meteoroloji Genel Müdürlüğü,2020)

Çizelge 1'in incelenmesinden görüleceği gibi, denemelerin yürütüldüğü süre zarfında ölçülen aylık ortalama sıcaklık değerleri; 2019 yılında 17.0-29.6°C arasında ve 2020 yılında ise 18.3-30.1°C arasında değişirken, uzun yıllarda 17.5°C ile 28.7°C arasında göstermiştir. Uzun yıllar verilerine göre yetiştirme sürecine ait toplam yağış miktarı 148.0 mm iken, 2019 yılında 105.8 mm ve 2020 yılında ise 126.2 mm olarak gerçekleşmiştir. Yağışın yetersiz olması nedeniyle, her iki deneme yılında da gereksinim duyulan miktar, sulama ile karşılanmıştır. Hava nispi nemi ise 2019 yılında %57.6-68.8 arasında, 2020 yılında ise %61.0-74.3 arasında değişim göstermiştir. Deneme yıllarında etkili olan iklim değerleri uzun yıllar ortalamasına göre önemli bir farklılık göstermemiştir (Adana Meteoroloji Genel Müdürlüğü,2020).

### 2.3.Araştırma yöntemi ve uygulama tekniği

Yapılan bu araştırma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünde, tesadüf bloklar deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Her parselin büyüklüğü, 5 metre uzunluğunda ve 2.8 m genişliğinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme kurulan alan ekim öncesi tekniğine uygun olarak pulluk ve diskora ile toprak hazırlığı yapıldı ve ekim öncesi dekara 30 kg 18.46.0 DAP (5.4 kg/da N ve 13.8 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) gübresi uygulanarak toprağa karıştırılmıştır. Taban gübresi uygulamasından sonra toprak karıştırılarak, uygun tohum yatağı hazırlanmış ve parseller belirlenmiştir.

Ekim öncesi tohumlar, 100 kg tohuma 400 g ilaç düşecek şekilde Pomersol Fort (%80 *Thiram*) ile ilaçlanarak, sıra

arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde, her iki yılda da Nisan ayının ikinci haftasında ekimler elle yapılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü süresi boyunca gerekli bakım işleri (sulama, çapalama ve ilaçlama) tekniğine uygun olarak zamanında yapılmıştır. Yetiştirme süresi içerisinde; üst gübre olarak birincisi çiçeklenme başlangıcında (20 kg/da) ve ikincisi de meyve oluşum başlangıcında (20 kg/da) olmak üzere iki defada toplamda 40 kg/da Üre (%46 N) uygulanmıştır. Yetiştiriciliğin yapıldığı dönemlerde ihtiyaç duyulan insektisit ve fungusit uygulamaları zamanında ve tekniğine uygun bir biçimde yapılmıştır. Hasat zamanının belirlenmesi, kabuk soyma yöntemine göre yapılmış olup, olgunluk indeksi %60'ın üzerine çıktığında (16-17 Eylül tarihlerinde) el ile yapılmıştır.

### 2.4.İncelenecek özellikler ve yöntemleri

Bu çalışmada; meyveler hasat olgunluğuna ulaştığında, her parselin orta sıralarında tesadüfen 20'şer bitki hasat edilmiş olup, bu bitkiler üzerinde başına meyve sayısı (adet/bitki) ve bitki başına meyve ağırlığı (g/bitki) değerleri saptanmıştır. Hasat sonrası ise 100 tohum ağırlığı (g), iç oranı (%), meyve verimi (kg/da), tohum (iç) verimi (kg/da), yağ oranı (%) ve protein oranı (%) gibi önemli tarımsal özellikler Arıoğlu ve ark. (2016) tarafından uygulanan yöntemlere göre incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Denemeden elde edilen değerler, JMP 8.1. istatistik paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar ise EGF (p< 0.05) testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

### 3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede materyal olarak kullanılan ileri kademedeki yer fıstığı ıslah hatları ile standart olarak kullanılan çeşitlere ait elde edilen bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı, değerleri ile EGF(5)'e göre oluşan gruplar Çizelge 2'de, iç oranı ile 100 tohum ağırlığı değerleri Çizelge 3'de, meyve verimi ile tohum verimi değerleri Çizelge 4'te ve yağ oranı ile protein oranı değerleri ise Çizelge 5'te verilmiştir.

#### 3.1.Bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı

Çizelge 2'nin incelenmesinden de görüleceği gibi denemeye alınan ıslah hatlarına ait bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı değerleri iki yıllık ortalamaya göre sırası ile 22.1-36.9 adet/bitki ve 56.9-76.1 g/bitki arasında

değişim göstermiştir. Bitki başına meyve sayısı ve ağırlığı değerleri bakımından denemeye alınan genotipler arasında her iki deneme yılında da istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır. Denemeye alınan ıslah hatlarına ait ortalama meyve sayısı ve ağırlığı değerleri sırasıyla 30.4. adet/bitki ve 69.0 g/bitki olarak bulunmuştur. Standartlara ait bu değerler ise sırasıyla 29.9 adet/bitki ve 57.0 g/bitki olarak bulunmuştur. Bu değerlerden de görüleceği gibi, bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı bakımından, denemeye alınan ıslah hatları ait ortalama değerler, standart çeşitlere ait ortalama değerlerden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yer fıstığı ıslah hatları ile standart çeşitlere ait elde edilen bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı değerleri ile EGF(5)'e göre oluşan gruplar

| Çeşit ve Hatlar       | Bitki başına meyve sayısı (adet/bitki) |          |          | Bitki başına meyve ağırlığı (g/bitki) |          |          |
|-----------------------|--|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|
|                       | 2019                                   | 2020     | Ortalama | 2019                                  | 2020     | Ortalama |
| HA-01                 | 29.6 ef                                | 30.5 e   | 30.1 e   | 76.0 c                                | 76.3 a   | 76.1 a   |
| HA-02                 | 31.8 de                                | 26.0 fg  | 28.9 ef  | 75.8 c                                | 64.5 fg  | 70.2 def |
| HA-03                 | 31.6 de                                | 34.3 abc | 32.9 bcd | 71.1 de                               | 74.0 ab  | 72.5 b-e |
| HA-14                 | 28.1 fg                                | 16.1 h   | 22.1 ı   | 62.8 hı                               | 51.4 h   | 57.1 j   |
| HÇ-1                  | 35.8 b                                 | 23.7 g   | 29.7 e   | 87.6 a                                | 63.7 fg  | 75.6 ab  |
| HÇ-4                  | 27.6 fg                                | 31.0 de  | 29.3 e   | 68.9 ef                               | 70.0 b-e | 69.4 efg |
| HW-1                  | 35.2 bc                                | 32.9 bcd | 34.1 b   | 80.7 b                                | 65.1 ef  | 72.9 bcd |
| HR-1                  | 27.5 fg                                | 25.4 fg  | 26.5 g   | 62.3 hı                               | 59.6 g   | 60.9 ı   |
| YF-1                  | 29.4 efg                               | 27.5 f   | 28.4 ef  | 74.8 cd                               | 66.7 c-f | 70.8 de  |
| YF-8/P                | 33.1 bcd                               | 32.0 cde | 32.5 bcd | 66.2 fgh                              | 47.6 hı  | 56.9 j   |
| YF-15                 | 26.7 g                                 | 32.6 b-e | 29.7 e   | 69.2 ef                               | 71.3 abc | 70.3 def |
| YF-16/SB              | 28.3 fg                                | 35.5 a   | 31.9 d   | 65.5 fgh                              | 68.7 c-f | 67.1 fgh |
| YF-21/SB              | 31.9 de                                | 32.2 cde | 32.1 cd  | 72.2 cde                              | 76.0 a   | 74.1 abc |
| YF-19                 | 39.0 a                                 | 34.7 ab  | 36.9 a   | 72.4 cde                              | 70.7 bcd | 71.6 cde |
| Sultan                | 35.8 b                                 | 31.8 de  | 33.8 bc  | 67.0 fg                               | 65.7 def | 66.4 gh  |
| Ayşehanım             | 29.2 efg                               | 25.0 g   | 27.1 fg  | 59.9 ı                                | 49.9 h   | 54.9 j   |
| NC-7                  | 23.3 h                                 | 25.5 fg  | 24.4 h   | 40.6 j                                | 43.7 ı   | 42.2 k   |
| Halisbey              | 32.9 cd                                | 35.5 a   | 34.2 b   | 64.7 gh                               | 64.8 f   | 64.8 h   |
| <b>Islah.Hat.Ort.</b> | 31.1                                   | 29.6     | 30.4     | 71.8                                  | 66.1     | 69.0     |
| <b>Std. Ort.</b>      | 30.3                                   | 29.5     | 29.9     | 58.1                                  | 56.0     | 57.0     |
| <b>EGF (%5)</b>       | 2.83                                   | 2.34     | 1.81     | 4.07                                  | 5.11     | 3.18     |

İki yıllık ortalama değerlere göre bitki başına meyve sayısı bakımından, denemeye alınan YF-19 hattı, bitki başına meyve verimi bakımından ise HA-14, HR-1, YF-8/P ve YF-16/SB hatları hariç, diğer tüm hatlar, standart çeşitlere göre daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir. İki yıllık ortalama değerlere göre bitki başına en yüksek meyve sayısı YF-19 (36.9 adet/bitki), bitki başına meyve ağırlığı ise en yüksek HA-01 (76.1 g/bitki) hatlarından elde edilmiştir. Bitki başına elde edilen meyve ağırlığı, verimi olumlu yönde etkilemektedir. Bu çalışmadan elde edilen bitki başına meyve sayısı ile meyve ağırlığı değerleri, Virginia grubuna giren yer fıstığı çeşitleri ile yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir Güllüoğlu ve ark., 2018a; Aşık ve ark., 2018, Bakal ve Ark., 2018; Bakal, 2020b).

### 3.2.İç oranı ve 100 tohum ağırlığı

Çizelge 3'ün incelenmesinden de görüleceği gibi, denemeye alınan ıslah hatları ile standart olarak kullanılan çeşitler arasında, iç oranı değerleri bakımından her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır. Denemeye alınan ıslah hatlarına ait iç oranı değerleri iki yıllık ortalamaya göre %67.89-

73.24 arasında değişim göstermiş ve ıslah hatlarına ait ortalama iç oranı değeri %70.26 olarak hesaplanmıştır. Standart olarak kullanılan çeşitlerde ise iç oranı değeri ortalama %69.75 olarak hesaplanmıştır. İki yıllık ortalama değerlere göre denemeye alınan ıslah hatlarından HA-02, HA-14, HR-1, YF-1, YF-8/P, YF-16/SB, YF-21/SB ve YF-19'da iç oranı değeri %70'in üzerinde bulunmuştur. İç oranı değerleri bakımından HA-14 (%73.24), YF-8/P (%72.05) ve HA-02 (%71.33) ıslah hatları ilk sıralarda yer almışlardır. Yer fıstığı üretiminde, birim alandan elde edilen verim kadar randıman oranını belirleyen değer, iç oranıdır. Özellikle, pazarlamada fiyat oluşumunu belirleyen önemli bir faktördür. Yer fıstığı çeşitlerinde, elde edilen iç oranı değeri bir çeşit özelliği olması yanında, yetiştirme süresi boyunca yapılan uygulamalar (sulama, gübreleme ve yaprak leke hastalığına karşı ilaçlama) ve çevre faktörleri (sıcaklık) de önemli düzeyde etkili olmaktadır (Arioğlu, 2014). Bu çalışmada, içi oranı değerleri bakımından elde edilen sonuçlar; İşler ve ark. (1996), Arioğlu ve ark. (2003), Aslan ve ark. (2005), Kurt ve ark. (2009), Arioğlu ve ark. (2016) ve Bakal (2020b)'nin bulguları ile de desteklenmektedir.

Çizelge 3. Yer fıstığı ıslah hatları ile standart çeşitlere ait elde edilen iç oranı ve 100 tohum ağırlığı değerleri ile EGF(5)'e göre oluşan gruplar

| Çeşit ve Hatlar | İç Oranı (%) |           |           | 100 Tohum Ağırlığı (g) |          |           |
|-----------------|--------------|-----------|-----------|------------------------|----------|-----------|
|                 | 2019         | 2020      | Ortalama  | 2019                   | 2020     | Ortalama  |
| HA-01           | 69.57 def    | 70.08 fg  | 69.82 g   | 116.1 e-h              | 121.3 d  | 118.7 fg  |
| HA-02           | 70.13 b-e    | 72.53 b   | 71.33 bc  | 129.7 ab               | 125.7 bc | 127.7 a   |
| HA-03           | 67.73 g      | 69.93 fgh | 68.83 h   | 112.7 h                | 126.7 b  | 119.7 efg |
| HA-14           | 71.95 a      | 74.53 a   | 73.24 a   | 114.0 gh               | 113.3 f  | 113.7 h   |
| HÇ-1            | 67.54 g      | 70.53 def | 69.03 h   | 119.5 de               | 116.0 ef | 117.8 g   |
| HÇ-4            | 70.85 a-d    | 69.18 h   | 70.01 fg  | 117.6 def              | 130.7 a  | 124.1 bc  |
| HW-1            | 68.54 fg     | 69.53 gh  | 69.03 h   | 116.0 e-h              | 125.3 bc | 120.7 def |
| HR-1            | 70.18 bcd    | 71.35 cd  | 70.77 c-f | 80.4 k                 | 116.7 ef | 98.6 k    |
| YF-1            | 69.83 c-f    | 70.43 ef  | 70.13 efg | 116.4 efg              | 126.7 b  | 121.6 cde |
| YF-8/P          | 71.46 ab     | 72.65 b   | 72.05 b   | 114.3 fgh              | 114.7 ef | 114.5 h   |
| YF-15           | 68.60 fg     | 67.18 ı   | 67.89 ı   | 126.6 bc               | 127.3 ab | 127.0 a   |
| YF-16/SB        | 70.50 bcd    | 71.08 cde | 70.79 cde | 125.7 c                | 126.7 b  | 126.2 ab  |
| YF-21/SB        | 70.59 bcd    | 70.28 efg | 70.43 d-g | 124.9 c                | 122.7 cd | 123.8 bc  |
| YF-19           | 70.60 bcd    | 70.00 fgh | 70.30 efg | 117.6 def              | 117.3 e  | 117.5 g   |



|                       |           |         |          |         |          |          |
|-----------------------|-----------|---------|----------|---------|----------|----------|
| Sultan                | 68.80 efg | 67.80 ı | 68.30 hı | 132.7 a | 122.7 cd | 127.7 a  |
| Ayşehanım             | 70.60 bcd | 71.60 c | 71.10 cd | 107.8 ı | 101.8 g  | 104.8 ı  |
| NC-7                  | 71.10 abc | 73.00 b | 72.05 b  | 100.1 j | 103.3 g  | 101.7 j  |
| Halisbey              | 67.70 g   | 67.40 ı | 67.55 ı  | 120.4 d | 125.3 bc | 122.9 cd |
| <b>İslah.Hat.Ort.</b> | 69.86     | 70.66   | 70.26    | 116.5   | 122.2    | 119.4    |
| <b>Std. Ort.</b>      | 69.55     | 69.95   | 69.75    | 115.3   | 113.3    | 114.3    |
| <b>EGF (%5)</b>       | 1.338     | 0.86    | 0.755    | 3.54    | 3.82     | 2.70     |

Denemeye alınan yer fıstığı çeşit ve hatlarına ait 100 tohum ağırlığı değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, denemeye alınan yer fıstığı ıslah hatlarına ait 100 tohum ağırlığı değerleri iki yıllık ortalamaya göre 98.6-127.7 g arasında, standart olarak kullanılan çeşitlerde ise 101.7-127.7 g arasında değişim göstermiştir. Denemeye alınan ıslah hatları ile standart olarak kullanılan çeşitler arasında, 100 tohum ağırlığı değerleri bakımından her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre yer fıstığı ıslah hatlarına ait ortalama 100 tohum ağırlığı değerleri (119.4 g), standart çeşitlere göre (114.3 g) daha yüksek bulunmuştur. HR-1 ıslah hattında 100 tohum ağırlığı 100 g’ın altında saptanmıştır. Bunun nedeni, bu ıslah hattına ait ebeveynlerden birinin küçük tohumlu Runner gurubuna ait olmasından kaynaklanmaktadır. 100 Tohum ağırlığı değerleri bakımından HA-02, YF-15 ve YF-16/S hatları ilk sıralarda yer almışlardır. 100 tohum ağırlığının yüksek olması, çerez üretimi için tercih edilmektedir. Bu çalışmada, 100 tohum ağırlığı değerleri bakımından elde edilen sonuçlar; İşler ve ark. (1996), Arıoğlu ve ark. (2003), Aslan ve ark. (2005), Kurt ve ark. (2009), Arıoğlu ve ark. (2016), Güllüoğlu ve ark. (2017a), Güllüoğlu ve ark. (2017b), Güllüoğlu ve ark. (2018a), Aşık ve ark. (2018), Bakal ve ark. (2018), Bakal (2020a) ve Bakal (2020b)’nin bulguları ile de desteklenmektedir.

### 3.3.Dekara meyve ve tohum verimi

Denemeye alınan yer fıstığı ıslah hatları ile standart çeşitlere ait dekara meyve verimi değerleri çizelge 4’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, dekara meyve verimi bakımından elde edilen değerlere göre, denemeye alınan ıslah hatları ile çeşitler arasındaki farklılık her iki yılda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

İki yıllık ortalama değerlere göre denemeye alınan ıslah hatlarına ait verim değerleri 427.9-791.6 kg/da, standart çeşitlere ait değerler ise 501.0-737.6 kg/da arasında değişim göstermiştir. Denemeye alınan ıslah hatlarına ait ortalama verim değeri 685.3 kg/da, standart çeşitlere ait ortalama değerler ise 618.6 kg/da olarak hesaplanmıştır. İki yıllık ortalama değerlere göre dekara en yüksek meyve verimi HA-03 (791.6 kg/da)YF-8/P (763.8 kg/da), HW-1 (757.9 kg/da) ve YF-19 (746.0 kg/da) isimli hatlardan elde edilmiştir. Bu hatlara ait verim değerleri, standart olarak kullanılan çeşitlere ait verim değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu hatlara ait tohumluk üretimleri ileriki yıllarda çoğaltılarak, tescile sunulacak ve yeni çeşitler olarak üretime sunulacaktır.

Denemeye alınan yer fıstığı ıslah hatlarına ait dekara tohum verimi değerleri iki yıllık ortalamaya göre 312.5-550.0 kg/da arasında, standart çeşitlerin ise 361.0-503.8 kg/da arasında değişim göstermiştir. İki yıllık ortalama değerlere göre denemeye alınan ıslah hatları ve çeşitler arasında, dekara tohum verimi değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 4). Yer fıstığında tohum verimi = Meyve verimi x İç Oranı şeklinde ifade edilmektedir. Buna göre denemeye alına yer fıstığı ıslah hatları arasında en yüksek dekara tohum verimi değeri; YF-8/P (550.0 kg/da), HA-03 (544.7 kg/da), YF-19 (524.5 kg/da) ve HN-1 (509.5 kg/da) hatlarından elde edilmiştir. Bu ıslah hatlarına ait meyve verimi değerleri de yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Yapılan hesaplamalara göre denemeye alınan hatlara ait ortalama tohum verimi değeri 480.5 kg/da, standart olarak kullanılan çeşitlere ait tohum verimi değerleri ortalama 430.0 kg/da olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Yer fıstığı ıslah hatları ile standart çeşitlere ait elde edilen meyve ve tohum verimi değerleri ile EGF(5)'e göre oluşan gruplar

| Çeşit ve Hatlar       | Meyve verimi (kg/da) |          |           | Tohum Verimi (kg/da) |           |           |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|
|                       | 2019                 | 2020     | Ortalama  | 2019                 | 2020      | Ortalama  |
| HA-01                 | 721.6 def            | 647.9 e  | 684.7 fg  | 502.1 cde            | 454.0 fg  | 478.0 efg |
| HA-02                 | 650.0 gh             | 591.7 f  | 620.9 h   | 455.9 f              | 429.1 g   | 442.5 h   |
| HA-03                 | 804.1 a              | 779.0 a  | 791.6 a   | 544.6 ab             | 544.8 a   | 544.7 ab  |
| HA-14                 | 498.0 j              | 357.9 ı  | 427.9 j   | 358.3 g              | 266.8 ı   | 312.5 j   |
| HÇ-1                  | 797.9 ab             | 544.3 g  | 671.1 g   | 538.8 ab             | 383.8 h   | 461.3 gh  |
| HÇ-4                  | 770.1 abc            | 683.8 d  | 726.9 cde | 545.9 ab             | 473.2 ef  | 509.5 cd  |
| HW-1                  | 794.9 ab             | 721.0 bc | 757.9 b   | 545.1 ab             | 501.2 cd  | 523.2 c   |
| HR-1                  | 643.4 h              | 611.4 f  | 627.4 h   | 451.5 f              | 436.2 g   | 443.9 h   |
| YF-1                  | 692.3 fg             | 682.9 d  | 687.6 fg  | 483.4 def            | 480.9 de  | 482.2 efg |
| YF-8/P                | 796.8 ab             | 730.7 bc | 763.8 ab  | 569.1 a              | 530.9 ab  | 550.0 a   |
| YF-15                 | 687.2 fgh            | 704.3 cd | 695.8 fg  | 471.5 ef             | 473.1 ef  | 472.3 fg  |
| YF-16/SB              | 697.9 f              | 698.4 cd | 698.1 efg | 492.0 de             | 496.3 cde | 494.1 de  |
| YF-21/SB              | 703.8 ef             | 684.5 d  | 694.2 fg  | 496.6 cde            | 481.1 de  | 488.9 def |
| YF-19                 | 751.4 bcd            | 740.5 b  | 746.0 bc  | 530.6 bc             | 518.3 bc  | 524.5 bc  |
| Sultan                | 747.6 cde            | 727.6 bc | 737.6 bcd | 514.4 bcd            | 493.3 cde | 503.8 cd  |
| Ayşehanım             | 547.2 ı              | 507.2 h  | 527.2 ı   | 386.4 g              | 363.1 h   | 374.7 ı   |
| NC-7                  | 498.3 j              | 503.6 h  | 501.0 ı   | 354.3 g              | 367.7 h   | 361.0 ı   |
| Halisbey              | 692.5 fg             | 725.0 bc | 708.8 def | 468.9 ef             | 488.7 de  | 478.8 efg |
| <b>Islah.Hat.Ort.</b> | 715.0                | 655.6    | 685.3     | 498.9                | 462.1     | 480.5     |
| <b>Std. Ort.</b>      | 621.2                | 615.9    | 618.6     | 431.0                | 428.2     | 429.6     |
| <b>EGF (%5)</b>       | 46.80                | 34.84    | 29.50     | 34.83                | 25.64     | 20.68     |

Dekara meyve ve tohum verimi bakımından elde edilen bu değerler, yer fıstığı konusunda çalışan araştırmacıların bulguları ile de desteklenmektedir (Arioğlu ve İşler, 1990; Arioğlu ve Çulluoğlu, 1993; İşler ve ark., 1996; Aslan ve ark., 2005; Kurt ve ark., 2009; Arioğlu ve ark., 2016; Güllüoğlu ve ark., 2017a; Güllüoğlu ve ark., 2017b).

### 3.4. Yağ ve protein oranı

Denemeye alınan yer fıstığı ıslah hatları ile standart olarak kullanılan çeşitlere ait yağ ve protein oranı değeri,

yıllara göre ayrı ayrı ve iki yıllık ortalamalar halinde Çizelge 5'de verilmiştir. Ç

izelge 5'de görüleceği gibi denemeye alınan ıslah hatlarına ait yağ oranı ve protein oranı değerleri iki yıllık ortalamaya göre sırası ile %44.51-48.9 ve %23.14-27.63 arasında değişim göstermiştir. Yağ ve protein oranı değerleri bakımından denemeye alınan genotipler arasında her iki eneme yılında da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır.

Çizelge 5. Yer fıstığı ıslah hatları ile standart çeşitlere ait elde edilen Yağ ve Protein oranı değerleri ile EGF(5)'e göre oluşan gruplar

| Çeşit ve Hatlar       | Yağ oranı (%) |          |          | Protein oranı (%) |          |          |
|-----------------------|---------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|
|                       | 2019          | 2020     | Ortalama | 2019              | 2020     | Ortalama |
| HA-01                 | 46.99 cd      | 47.69 b  | 47.34 b  | 25.63 cd          | 26.32 d  | 25.97 de |
| HA-02                 | 47.17 bc      | 47.82 b  | 47.49 b  | 25.80 c           | 26.45 d  | 26.13 d  |
| HA-03                 | 44.64 ij      | 45.28 f  | 44.96 fg | 23.28 ı           | 23.91 ı  | 23.59 k  |
| HA-14                 | 46.49 e       | 47.25 c  | 46.87 c  | 25.13 ef          | 25.88 ef | 25.50 gh |
| HÇ-1                  | 46.34 e       | 47.04 c  | 46.69 c  | 24.98 fg          | 25.67 fg | 25.32 hı |
| HÇ-4                  | 44.29 j       | 44.99 fg | 44.64 gh | 22.93 j           | 23.62 ij | 23.27 l  |
| HW-1                  | 46.99 cd      | 47.69 b  | 47.34 b  | 25.63 cd          | 26.32 d  | 25.97 de |
| HR-1                  | 48.59 a       | 49.29 a  | 48.94 a  | 27.23 b           | 27.92 b  | 27.57 b  |
| YF-1                  | 45.84 f       | 46.57 d  | 46.20 d  | 24.48 h           | 25.20 h  | 24.84 j  |
| YF-8/P                | 48.54 a       | 49.30 a  | 48.92 a  | 27.18 b           | 27.94 b  | 27.56 b  |
| YF-15                 | 48.47 a       | 49.21 a  | 48.84 a  | 27.10 b           | 27.84 b  | 27.47 b  |
| YF-16/SB              | 48.67 a       | 49.32 a  | 48.99 a  | 27.30 b           | 27.95 b  | 27.63 b  |
| YF-21/SB              | 44.17 j       | 44.85 g  | 44.51 h  | 22.80 j           | 23.48 j  | 23.14 l  |
| YF-19                 | 46.55 de      | 45.25 fg | 45.90 d  | 25.49 d           | 26.12 de | 25.81 ef |
| Sultan                | 47.52 b       | 46.25 de | 46.89 c  | 24.81 g           | 25.42 gh | 25.11 ı  |
| Ayşhanım              | 45.64 fg      | 44.85 g  | 45.24 ef | 27.27 b           | 27.12 c  | 27.19 c  |
| NC-7                  | 45.29 gh      | 44.84 g  | 45.06 f  | 29.51 a           | 29.84 a  | 29.68 a  |
| Halisbey              | 45.04 hı      | 45.98 e  | 45.51 e  | 25.22 e           | 26.12 de | 25.67 fg |
| <b>Islah.Hat.Ort.</b> | 46.69         | 47.25    | 46.97    | 25.35             | 26.05    | 25.70    |
| <b>Std. Ort.</b>      | 45.87         | 45.48    | 45.68    | 26.70             | 27.13    | 26.91    |
| <b>EGF (%5)</b>       | 0.494         | 0.410    | 0.362    | 0.232             | 0.425    | 0.227    |

Denemeye alınan ıslah hatlarına ait ortalama yağ ve protein oranı değerleri sırasıyla %46.97 ve %25.70 olarak hesaplanmıştır. Standartlara ait bu değerler ise sırasıyla %45.68 ve %26.91 olarak bulunmuştur. Bu değerlerden de görüleceği gibi, yağ oranı bakımından denemeye alınan ıslah hatlarına ait ortalama değerler, standart çeşitlere ait ortalama değerlerden daha yüksek, protein oranı bakımından ise daha düşük bulunmuştur (Çizelge 5). İki yıllık ortalama değerlere göre yağ oranı bakımından, denemeye alınan YF-16/S (%48.99), HR-1 (%48.94),

YF-8/P (%48.92) ve YF-15 (%48.84) ıslah hatları, protein oranı bakımından ise YF-16/S (%27.63), HR-1 (%27.57), YF-8/P (%27.56) ve YF-15 (%27.47) hatları ilk sıralarda yer almışlardır. İki yıllık ortalama değerlere göre en yüksek yağ ve protein oranı YF-16/S ıslah hattından elde edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen yağ ve protein oranı değerleri, Virginia grubuna giren yer fıstığı çeşitleri ile yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir (Dwivedi ve ark., 1996; Kılınççeker ve Arıoğlu, 2019; Bakal, 2020a; Bakal, 2020b).



#### 4.SONUÇ

Osmaniye-2005 x NC-7, Halisbey x Flower 32, Halisbey x Wilson, Halisbey x HA-Runner, Sultan x Brantley ve Halisbey x Brantley yer fıstığı çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen 14 adet ileri kademedeki ıslah hatlarının, Çukurova Bölgesi, ana ürün koşullarındaki verim potansiyelleri ile tarımsal ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, farklı melezleme kombinasyonundan elde edilen HA-03, HW-1, YF-8/P ve YF-19 durulmuş ıslah hatlarının, dekara meyve ve tohum (iç verimi) verimi bakımından, standart çeşitlerden daha üstün özelliklere sahip oldukları, bu nedenle de yer fıstığı tarımı için uygun olduğu ortaya konmuştur. Tescil denemelerine esas olmak üzere, önümüzdeki yıllarda farklı lokasyonlarda verim denemelerine devam edilecektir. Ortaya çıkan sonuçlara göre bu ıslah hatları, yeni yer fıstığı çeşitleri olarak üreticilere dağıtılmak üzere tescile sunulacaklardır.

#### 5.KAYNAKLAR

- Arıoğlu, H. H. ve İşler, N. (1990). Çukurova Bölgesinde ana Ürün Olarak Yetiştirilecek Bazı Runner ve Virginia Tipi Yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.) Çeşitleri Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, 5(3), 121-136.
- Arıoğlu, H. H. ve Çulluoğlu, N. (1993). Çukurova Bölgesine Uygun Yer fıstığı Çeşitlerini Belirlemek Amacıyla Aynı Yerde Yürütülen Üç Yer fıstığı Verim Denemelerinin Birlikte Analiz Yöntemine Göre Değerlendirilmesi. Ç.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 8(4), 1-14.
- Arıoğlu, H. Çalışkan, M. E., ve Çalışkan, S. (2000). Akdeniz Bölgesi Koşullarına Uygun Yer fıstığı Çeşitlerinin Geliştirilmesi. MKÜ, Zir. Fak. Dergisi, 5(2), 7-28.
- Arıoğlu, H., Çalışkan, S., Söğüt, T., İncikli, H., Zaimoğlu, B. ve Güllüoğlu, L. (2003). Çukurova Koşullarına Uygun Yer fıstığı Çeşit İslahı Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Diyarbakır.
- Arıoğlu, H.H., Zaimoğlu, B., Çalışkan, S., Söğüt, T., Güllüoğlu, L., Aslan, M., Çalışkan, M. E. ve Arslantaş, H. (2005). Melezleme Yöntemine Göre Yer fıstığı (*Arachis Hypogaeae* L.) Çeşit İslahı Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 6. Tarla Bit. Kong. Hatay.
- Arıoğlu H.H. (2014). *Yer fıstığı Yetiştirme ve İslahı. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve İslahı* Ders Kitabı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, No:220, Ders Kitapları Yayın No:A-70. Adana.
- Arıoğlu, H., Bakal, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C. ve Onat, B. (2016). Ana Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Yer fıstığı Çeşitlerinin Önemli Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enst. Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 24-29
- Aslan, M., İşler, N., Çalışkan, S. ve Arıoğlu, H. (2005). Doğu Akdeniz Koşullarında Tarımı Yapılabilecek Yüksek Verim Potansiyeline Sahip Yer fıstığı Çeşitlerinin Belirlenmesi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 20(2), 75-82.
- Aşık, F.F., Yıldız, R. ve Arıoğlu, H.H., (2018). Osmaniye Koşullarına Uygun Yeni Yer fıstığı Çeşitleri İle bunların Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6), 825-836. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.546102
- Bakal, H., Arıoğlu, H. Güllüoğlu, L. ve Onat, B. (2018). Farklı Yer fıstığı Çeşitlerinin Melezlenmesinden Elde Edilen F6 Kademesindeki İslah Hatlarının Ana Ürün Koşullarındaki Verim ve Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *International Conference on Agriculture, Forest, Food Science and Technologys*, İzmir.
- Bakal, H. (2020a). The Determination of Yield Potential, Important Agronomic and Quality Characteristics of Advanced Peanut Breeding Lines (F8) Belonging to Different Crossing Combinations in Main Crop Growing Condition. *II. International Agricultural, Biological ve Life Science Conference*, İzmir.
- Bakal, H. (2020b). Osmaniye-2005 X Nc-7 Çeşitlerinin Melezlenmesinden Elde Edilen İleri Kademedeki Yer fıstığı Hatlarının (F6) Ana Ürün Koşullarındaki Verim Potansiyelleri İle Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerin Belirlenmesi. *Mas Int. Eur. Conf. on Mathematics- Eng. Naturave Medical Sciences-XII*, İzmir.
- Çalışkan, S. ve Arıoğlu, H. (2005). Yeni Yer fıstığı İslah Hatlarının Amik Ovası Koşullarındaki Verim ve Kalite Performansları. *K.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 9(1-2): 33-42.
- Dwivedi, S.L., Nigam, S.N., Nageswara Rao, R.C., Singh, U. ve Rao. K.V.S. (1996). Effect of Drought on oil, fatty acids and protein contents of groundnut (*Arachis*

- hypogaea* L.) seeds. *Field Crops Research*, 48, 125-133.
- FAO, (2019). İstatistik Bölümü İnternet Sitesi, <http://www.fao.org>. Erişim Tarih: 05.09.2018
- Güllüoğlu, L., Bakal, H., Onat, B., Kurt, C. ve Arioğlu, H. (2017a). Comparison of Agronomic and Quality Characteristics of Some Peanut Varieties Grown as Main and Double Crop in Mediterranean Region. *Turk. Journal of Field Crops*, 22 (2), 166-177.
- Güllüoğlu, L., H. Bakal, H. ve Arioglu., H. (2017b). The Determination of Some Agronomic and Oil Quality Characteristics of Peanut Breeding Lines. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 72(2): 117-123
- Güllüoğlu, L., Arioglu, H. ve Bakal, H. (2018a). The Determination of Some Important Agronomic and Quality Characteristics of Advanced Peanut Breeding Lines. *Int. Conference on Agriculture, Forest, Food Science and Technologies*, İzmir.
- Güllüoğlu, L., Arioglu, H., Bakal, H. ve Onat, B. (2018b). Effect of High Air and Soil Temperature on Yield and Some Yield Components of Peanut. *Turkish Journal of Field Crops*, 23(1):62-71
- Isleib, T.G., Tilman, B.L., Patte, H.E., Sanders, T.H., Hendrix, K.W. ve Dean, L.O. (2008). Genotype-by-environment interaction for seed composition traits of breeding lines in the uniform peanut performance test. *Peanut Science*, 35,130-138.
- İşler, N., Arioğlu, H.H. ve Boydak, E. (1996). Şanlıurfa Koşullarında Ana Ürün Olarak Yetiştirilecek Bazı Virginia ve Spanish Tipi Yer fıstığı Çeşitleri Üzerinde Bir Araştırma. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 11(2), 1-12
- Kılınççeker, M.B. ve Arioğlu, H. (2019). Çukurova Koşullarında Yetiştirilen Bazı Virginia Tipi Yer fıstığı Çeşitlerinin Önemli Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye 13. Ulusal, 1.Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi*, Antalya.
- Kurt, C., Zaimoğlu, B., Güllüoğlu, L. ve Arioğlu, H.H., (2009). Çukurova Bölgesi Ana Ürün Koşullarında Bazı Yer fıstığı Çeşit ve Hatlarının Verim ve Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kong Bildiriler*, Antakya
- Liao, B. ve Holbrook C, (2007). Groundnut. Singh, R.J. (Ed.), *Genetic Researches, Chromosome Engineering, and Crop Imp.*, CRC Pres. New York, USA 4, 51-87.
- Sögüt, T., Arioğlu, H. ve Kızıl, S. (2002). Performance of Some Groundnut Varieties at the South-East Anatolia Region. *Turkish Journal of Field Crops*, 7(2), 61-66.
- TÜİK, (2019). Devlet İstatistik Kurumu, Tarımsal Raporlar <https://www.tuik.gov.tr/> Erişim Tarih: 05.02.2018

# Borik Asit Ön Uygulamalarının Bazı Mürdümük Çeşitlerine Ait Tohumların Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri

The Effects of Boric Acid Priming on Germination and Seedling Parameters in Grass Pea Seeds

## ÖZET

Bu çalışma borik asit ön uygulamalarının mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) bitkisinde çimlenme ve fide gelişimine etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Araştırma Laboratuvarlarında,  $20 \pm 1$  C° sıcaklıkta kontrollü şartlar altında yapılmıştır. Çalışmada 3 adet mürdümük çeşidi (Karadağ, İptaş, Eren) kullanılmış ve araştırma tesadüf parsellerinde faktöriyel düzenlemeye göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çeşitlere kontrol (saf su (hidropriming) ve ön uygulama yapılmayan) ile birlikte 6 farklı borik asit ( $H_3BO_3$ ) dozları (BA1: 1mM, BA2: 2 mM, BA3: 3 mM, BA4: 4 mM, BA5: 5 mM, BA6: 6 mM) konsantrasyonu uygulaması yapılmıştır. Çalışmada çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, plumula ve radikula uzunluğu, plumula ve radikula yaş ve kuru ağırlığı, fide güç indeksi, vigor indeks ve yan kök sayısı gibi özellikler incelenmiştir. Borik asit uygulamalarının çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, plumula ve radikula yaş ağırlıkları, fide güç indeksi, yan kök sayısı parametrelerini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** mürdümük, çeşit, borik asit, tohum ön uygulama

Sorumlu Yazar

Ayşe Nida KURT

ankayaalp@gmail.com

iD 0000-0001-7752-5663

Yazar

Yasir TUFAN

y.tufan@alparslan.edu.tr

iD 0000-0002-0897-9466

Yazar

Mahir ÖZKURT

m.ozkurt@alparslan.edu.tr

iD 0000-0003-0058-3026

Yazar

Yaşar KARADAĞ

y.karadag@alparslan.edu.tr

iD 0000-0002-0523-9470

Gönderilme Tarihi :

18 Mayıs 2022

Kabul Tarihi :

21 Ekim 2022

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of seed pretreatment with boric acid on germination and seedling growth parameters in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). The study was carried out in Mus Alparslan University, Faculty of Applied Science, Research Laboratory under controlled conditions of  $20 \pm 1$  C°. The plant material of the study consisted of 3 grass pea variety (Karadağ, İptaş, Eren) and the laboratory study was setup according to factorial arrangement of completely randomized design with 4 replications. In the research control (hydropriming and not primed) application with 6 different concentration of boric acid constituted the subject of research. In the research germination index, final germination, average germination time, germination energy, plumula and radicle length, plumula and radicle fresh and dry weight, seedling power index, vigor index, lateral root number parameters were investigated. It was determined that boric acid applications significantly affected the germination index, final germination, average germination time, germination energy, plumule and radicle fresh weights, seedling power index, number of lateral roots.

**Key words:** grass pea, variety, boric acid, seed priming

## GİRİŞ

Baklagiller familyasında yer alan mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), bir yıllık yem bitkisidir. Yeşil, kuru ot ve tane olarak hayvan beslemede, toprak yapısının iyileştirilmesinde yeşil gübre bitkisi olarak kullanılmaktadır (Karadağ, 2009). İyi bir protein kaynağı olan mürdümük tohumlarının protein oranı %25-35, kuru otunun protein oranı %15-20 civarındadır (Başaran, Acar, Önal, Mut, Ayan, 2007; Açıkgöz 2021). Daha çok tohumu için yetiştirilen mürdümük, tohumları alındıktan sonra kalan samanı (kes) ile de iyi bir hayvan yemidir (Açıkgöz, 2021). Mürdümüğün kuraklığa dayanıklı olması, olumsuz toprak koşullarına iyi adapte olması, su basmalarına ve farklı toprak yapısı bulunan alanlarda rahatlıkla yetişmesi gibi önemli özellikler bulunmaktadır (Karadağ, Özkurt, Akbay, Kır, 2012; Tokarz, Wesolowski, Tokarz, Makowski, Wysocka, Jędrzejczyk, Kostecka-Gugała, 2021). Özellikle son yıllarda meydana gelen küresel ısınma ve kuraklığın

artığı düşünüldüğünde Türkiye gibi kurak ve yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü bölgelerde kuraklığa dayanıklı bitkiler önemini artırmaktadır.

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde anahtar rol oynayan mikro besin elementlerinden biri olan borun bitkilerde hücre duvarının yapısında bulunması, şekerlerin taşınımı, fotosentez ürünlerinin, iyonların, hormonların ve metabolitlerin taşınmasında, fenol ve karbonhidrat metabolizması gibi biyokimyasal ve fizyolojik olayların gerçekleşmesinde önemli görevleri bulunmaktadır (Herrera-Rodriguez, Gonzalez-Fontes, Rexach, Camacho-Cristobal, Maldonado, Navarro-Gochicao, 2010; Reid, 2013; Parry, Chattoo, Ganie, Razvi, 2016; Nadeem, Farooq, Nawaz, Ahmad, 2019). Tarımsal ürünler için gerekli olan mikro besleyiciler arasında bulunan bor çevreye borik asit formunda salınmaktadır (Turkez ve Geyikoğlu, 2010). Borik asidin bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Nitekim borik asidin birçok bitki türünde kullanıldığı ve olumlu sonuçların elde edildiği bir çok çalışma yürütülmüştür (Ambika, Manonmani, Deepika, 2014; Parry vd., 2016, Iqbal, Farooq, Cheema, Afzal, 2017; Petrisor, Lupu, Dudoiu, Fatu, 2017; Shahverdi, Omid, Tabatabaei, 2017; Asghar, Sarwar, Malik, Ahmad, Zareen, Ali, Ali, 2019; Rasool, Ahmad, Farooq, 2019; Xia, F. S., Wang, F., Wang, Y. C., Wang, C. C., Tian, R., Ma, J. Y., & Dong, K. H., 2020 vd., 2020; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021; Al Tabbal ve Al Zboon 2021; Bozca ve Leblebici, 2022). Bu çalışma, borik asit ön uygulamalarının mürdümük çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL METOT

Araştırma Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi Araştırma Laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışmada 3 adet mürdümük çeşidi (Karadağ, İptaş, Eren) kullanılmış ve araştırma tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Tohumların yüzey sterilizasyonu için sodyum hipoklorit çözeltisinde (% 1'lik) 5 dk bekletilmiş ve 3 defa saf su ile durulaması yapılmıştır. Steril hale gelen tohumlar petri kaplarındaki iki katlı Whatman No. 1 filtre kağıdının arasına



yerleştirilmiştir. Çeşitlere kontrol (saf su (hidropriming) ve ön uygulama yapılmayan) ile birlikte 6 farklı borik asit ( $H_3BO_3$ ) dozları (BA1: 1mM, BA2: 2 mM, BA3: 3 mM, BA4: 4 mM, BA5: 5 mM, BA6: 6 mM) her bir petri kabına 2:1 tohum/solüsyon oranı gelecek şekilde ayarlanmış (Johnson, Lauren, Welch, Duxbury, 2005) her bir petri kabına 5 ml solüsyon uygulanmış ve tohumlar priming için 8 saat süreyle bekletilmiştir (Jatana, Ram, Gupta, 2020). Bekleme süreleri sonunda tohumlar önce kuru filtre kağıdı arasında başlangıç nemine kadar ( $\%3 \pm$ ) (Jatana vd., 2020) sonrasında da 24 saat kurumaya bırakılmıştır.

24 saatin sonunda tohumlar yeni petri kaplarına yerleştirilerek her birine 5 ml saf su eklenmiştir. Petri kapları tamamen karanlık şartlarda  $20 \pm 1$  C° sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Tohumlar çimlenme dönemi sürecinde (10 gün) her gün sayılmış ve 2 mm kökçük çıkaran tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (Budaklı Çarpıcı ve Erdel, 2016). Çalışmada çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmış ve çalışmanın sona erdiği güne kadar nem durumları kontrol edilerek 48 saatte bir 5 ml saf su tüm petri kaplarına eklenmiştir.

Araştırmanın 10. gününün sonunda her bir petri kabından rastgele seçilen 10 bitkinin kök ve sap uzunlukları ile birlikte, yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Çalışmada çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, fide güç indeksi ISTA kurallarına göre aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır (Anonim 2017).

$$\text{Çimlenme indeksi: } \Sigma(G_j/T_j) \quad (1)$$

$G_j$ : j nci günde çimlenme oranı,  $T_{GT}$ : çimlenme süresi günü

$$\text{Çimlenme oranı: } (\text{ÇTS}/\text{TTS}) \times 100 \quad (2)$$

ÇTS: Çimlenen tohum sayısı, TTS: Toplam tohum sayısı

$$\text{Ortalama çimlenme süresi: } \Sigma(N_j T_j / N_j) \quad (3)$$

$N_j$ :  $T_j$  gününde çimlenen tohum sayısı,  $T_j$ : çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen gün sayısı

$$\text{Çimlenme enerjisi: } (T_j/N) \times 100 \quad (4)$$

$T_1$ : Birinci günde çimlenen tohum sayısı, N: toplam tohum sayısı

Fide güç indeksi: Çimlenme oranı  $\times$  fide yaş ağırlığı (g) (5)

Elde edilen verilerin istatistik analizi JMP 13.2.0 paket programı kullanılarak yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Mürdümük çeşitlerine farklı konsantrasyonlarda uygulanan borik asidin bazı çimlenme ve fide gelişim parametrelerine etkilerinin yer aldığı veriler aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Çeşitlerin ortalama çimlenme indeksleri 17.7-19.7 aralığında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1). Ortalama çimlenme indeksleri en yüksek İptaş çeşidinden, en düşük ise Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu ortalama çimlenme indeksini istatistiksel olarak çok önemli ( $P \leq 0.01$ ) derecede etkilenmiştir. Çeşit  $\times$  uygulama dozu interaksyonunda en yüksek çimlenme indeksi İptaş çeşidi BA4 uygulama dozundan elde edilirken, en düşük çimlenme indeksi ise her üç çeşit için kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Özyazıcı ve Açıkbay (2021), yem bezelyesi tohumlarında artan borik asit dozunun çimlenme indeksini artırdığı bildirmiştir. Araştırmacıların elde ettiği veriler araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Çimlenme indeksi günlük çimlenen tohumların günlük oranının toplanmasından elde edilmektedir. Dolayısı ile bu parametrenin yüksek olması çimlenmenin ilk günden itibaren hızlı bir şekilde başladığını ve devam ettiğini göstermektedir. Özellikle de iklim değişikliği ile Türkiye’de birçok bölgenin iklim rejiminin değişeceği düşünüldüğünde bitkilerin toprağa düştüğü andan itibaren çimlenmeye başlaması ve kısa zamanda fide oluşturması kurak şartlara dayanıklılıkta çok önemli bir avantaj olacaktır. Elde edilen veriler ışığında araştırmada kullanılan çeşitlerden İptaş çeşidinden BA4 bor uygulamasının çimlenme indeksi açısından en uygun ve çeşit olduğu söylenebilir.

Tablo 1. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların ortalama çimlenme indeksleri

| Çimlenme indeksi |              |            |                    |         |
|------------------|--------------|------------|--------------------|---------|
| Ön uygulamalar   | Karadağ      | Eren       | İptaş              | Ort.    |
| <b>Kontrol</b>   | 12.3h        | 12.3h      | 11.9h              | 12.2E   |
| <b>H.priming</b> | 19.3c-f      | 16.9ef     | 13.7gh             | 16.7D   |
| <b>BA1</b>       | 19.5c-f      | 18.7c-f    | 23.0ab             | 20.4ABC |
| <b>BA2</b>       | 19.0c-f      | 17.4def    | 23.0ab             | 19.8ABC |
| <b>BA3</b>       | 20.5abc      | 16.4fg     | 21.4abc            | 19.4BC  |
| <b>BA4</b>       | 19.3c-f      | 21.2abc    | 23.5a              | 21.3A   |
| <b>BA5</b>       | 19.1c-       | 18.7c-f    | 18.6c-f            | 18.8C   |
| <b>BA6</b>       | 20.4a-d      | 20.0b-e    | 22.8ab             | 21.0AB  |
| <b>Ort.</b>      | 18.7AB       | 17.71B     | 19.7A              |         |
| <b>LSD</b>       | Çeşit:1.04** | Doz:1.71** | Çeşit x Doz:2.96** |         |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama çimlenme oranı 94.1-97.7 aralığında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Ortalama çimlenme oranı en yüksek Karadağ ve İptaş çeşitlerinden en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksiyonu çimlenme oranını istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir ( $P \leq 0.01$ ). Çeşit  $\times$  uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek çimlenme oranı Karadağ çeşidinde BA5 uygulama dozundan, İptaş çeşidinde BA1 ve BA2 uygulama dozlarından elde edilmiştir. Başarılı bir yetiştiriciliğin ilk basamağını oluşturan yeterli çimlenmenin borik asit dozlarının artmasına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiş ve bu durum benzer çalışmaların bulguları ile benzer olduğu görülmüştür (Wang vd., 2000; Iqbal vd., 2017; Asghar vd., 2019; Xia vd., 2020; Al Tabbal ve Al Zboon 2021; Bozca ve Leblebici, 2022). Bor gibi mikro besin elementleri ile yapılan ön uygulamaların su absorpsiyonunu artırdığı için çimlenme yüzdesini artırdığı bildirilmiştir (Rowse, 1995).

Çeşitlerin ortalama çimlenme süreleri 1.41-1.50 gün arasında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Ortalama çimlenme süresi bakımından Karadağ ve Eren çeşitleri daha kısa sürede

çimlenirken, İptaş çeşidinin çimlenmesi daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksiyonu ortalama çimlenme süresini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir ( $P \leq 0.01$ ). Ortalama çimlenme süresi, en kısa olan çeşit İptaş, uygulama ise BA4 dozundan elde edilmiştir. Çeşit  $\times$  uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek ortalama çimlenme süresi her üç çeşit içinde kontrol grubundan elde edilmiş olup borik asit uygulamalarında çeşitlerin daha kısa sürede çimlendikleri tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada yem bezelyesinde borik asit dozlarının artmasına bağlı olarak ortalama çimlenme süresinin kısaldığı (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021), stevia bitkisinde yapılan bir çalışmada ortalama çimlenme süresi %2 borik asit seviyesinde en yüksek değere ulaştığı (Shahverdi vd., 2017), çeltik bitkisinde ortalama çimlenme süresini uygulanan dozların olumlu etkilediği bildirilmiştir (Farooq vd., 2011). Çimlenme süresinin uzaması özellikle geç ekimlerde vejetasyon süresinin kısılması, ilkbaharda bitkilerin yüksek sıcaklık stresine girmesi, tohumların daha uzun süre olumsuz çevre şartlarına maruz kalması gibi şartları oluşturabileceğinden yetiştiricilik açısından istenmeyen bir durumdur. Dolayısıyla borik asit uygulamalarının bu süreyi kısaltması yetiştiricilik açısından olumlu bir durumdur.

Tablo 2. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süreleri

| Ön uygulamalar   | Çimlenme oranı (%) |            |                    |        | Ortalama Çimlenme Süresi (gün) |            |                  |        |
|------------------|--------------------|------------|--------------------|--------|--------------------------------|------------|------------------|--------|
|                  | Karadağ            | Eren       | İptaş              | Ort.   | Karadağ                        | Eren       | İptaş            | Ort.   |
| <b>Kontrol</b>   | 97.3abc            | 94.6bcd    | 98.6ab             | 96.8B  | 2.04a                          | 1.97a      | 2.12a            | 2.04A  |
| <b>H.priming</b> | 98.6ab             | 93.3cde    | 93.3cde            | 95.1BC | 1.47bcd                        | 1.58bc     | 1.88a            | 1.65B  |
| <b>BA1</b>       | 96.0abc            | 90.6de     | 100.0a             | 95.5BC | 1.37bcde                       | 1.36cdef   | 1.16efg          | 1.29DE |
| <b>BA2</b>       | 97.3abc            | 93.3cde    | 100.0a             | 103.0A | 1.53bc                         | 1.52bc     | 1.16efg          | 1.40CD |
| <b>BA3</b>       | 94.6bcd            | 89.3e      | 96.0abc            | 93.3C  | 1.28defg                       | 1.60b      | 1.23defg         | 1.37DE |
| <b>BA4</b>       | 94.6bcd            | 97.3abc    | 98.6ab             | 96.8B  | 1.38bcde                       | 1.26defg   | 1.09g            | 1.24E  |
| <b>BA5</b>       | 100.0a             | 96.0abc    | 97.3abc            | 97.7AB | 1.57bc                         | 1.44bcd    | 1.52bc           | 1.51BC |
| <b>BA6</b>       | 98.6ab             | 98.6ab     | 97.3abc            | 98.2A  | 1.35cdef                       | 1.37bcde   | 1.12fg           | 1.28DE |
| <b>Ort.</b>      | 97.1A              | 94.1B      | 97.7A              |        | 1.50A                          | 1.51A      | 1.41B            |        |
| <b>LSD</b>       | Çeşit:1.866**      | Doz:3.04** | Çeşit x Doz:5.27** |        | Çeşit:0.84**                   | Doz:0.13** | Çeşit x Doz:0.23 |        |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

İlk gün çimlenen tohum sayısı olan çimlenme enerjisinin ortalama değerleri 48.3-61.5 arasında değişmiş olup bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Ortalama çimlenme enerjileri içinde en yüksek İptaş çeşidinden en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu çimlenme enerjisini istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Çeşit × uygulama dozu interaksyonunda en yüksek çimlenme enerjisi en yüksek İptaş çeşidinden,

BA4 dozundan, en düşük çimlenme enerjisi her üç çeşit için kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde borik asit uygulamalarının kontrol uygulamasına göre daha yüksek çimlenme enerjisine sahip olduğu görülmüştür. Çeltik bitkisine farklı dozlarda yapılan borik asit ön uygulamalarının çimlenme enerjisini olumlu etkilediğini ifade edildiği çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir (Farooq vd., 2011).

Tablo 3. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların çimlenme enerjisi değerleri

| Ön uygulamalar   | Çimlenme enerjisi |             |                     |        |
|------------------|-------------------|-------------|---------------------|--------|
|                  | Karadağ           | Eren        | İptaş               | Ort.   |
| <b>Kontrol</b>   | 4.0f              | 4.0f        | 1.3f                | 3.1D   |
| <b>H.priming</b> | 57.3cde           | 44.0e       | 18.6f               | 40.0C  |
| <b>BA1</b>       | 60.0cde           | 60.0cde     | 84.0ab              | 68.0AB |
| <b>BA2</b>       | 58.6cde           | 46.6e       | 84.0ab              | 63.1AB |
| <b>BA3</b>       | 70.6abcd          | 44.0e       | 76.0abc             | 63.5AB |
| <b>BA4</b>       | 60.0cde           | 73.3abcd    | 89.3a               | 74.2A  |
| <b>BA5</b>       | 56.0cde           | 53.3de      | 53.3de              | 54.2B  |
| <b>BA6</b>       | 65.3bcde          | 61.3cde     | 85.3ab              | 70.6A  |
| <b>Ort.</b>      | 54.0AB            | 48.3B       | 61.5A               |        |
| <b>LSD</b>       | Çeşit:7.64**      | Doz:12.48** | Çeşit x Doz:21.64** |        |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama plumula ve radikula uzunlukları sırasıyla 3.4-3.8 mm; 3.3-3.6 mm aralığında değişmiş olup bu değişimler ortalama plumula uzunluğunda önemli, radikula uzunluğunda önemsiz bulunmuştur (Tablo 4). Ortalama plumula uzunluğu en yüksek İptaş, en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Ortalama radikula uzunluğu en

yüksek Karadağ, en düşük İptaş çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu plumula ve radikula uzunluklarına etkisi önemsiz bulunmuştur. Mevcut bulgular Mokhtar ve Kızılgeçti (2022)'nin bulgularını desteklemektedir.

Tablo 4. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların plumula ve radikula uzunluğuna etkisi

| Ön uygulamalar   | Plumula uzunluğu (mm) |            |                    |      | Radikula uzunluğu (mm) |          |                  |      |
|------------------|-----------------------|------------|--------------------|------|------------------------|----------|------------------|------|
|                  | Karadağ               | Eren       | İptaş              | Ort. | Karadağ                | Eren     | İptaş            | Ort. |
| <b>Kontrol</b>   | 3.49                  | 3.67       | 3.41               | 3.52 | 2.82                   | 3.61     | 3.09             | 3.17 |
| <b>H.priming</b> | 3.26                  | 2.66       | 3.42               | 3.11 | 3.20                   | 2.84     | 3.12             | 3.05 |
| <b>BA1</b>       | 3.71                  | 3.86       | 3.65               | 3.74 | 4.01                   | 4.18     | 3.40             | 3.86 |
| <b>BA2</b>       | 3.51                  | 3.68       | 4.11               | 3.76 | 4.00                   | 3.39     | 3.38             | 3.59 |
| <b>BA3</b>       | 4.35                  | 3.31       | 3.59               | 3.75 | 4.60                   | 2.91     | 3.66             | 8.73 |
| <b>BA4</b>       | 3.67                  | 3.68       | 4.22               | 3.85 | 3.38                   | 3.59     | 3.73             | 3.56 |
| <b>BA5</b>       | 3.40                  | 3.20       | 4.06               | 3.55 | 3.55                   | 3.51     | 3.23             | 3.43 |
| <b>BA6</b>       | 3.75                  | 3.46       | 4.18               | 3.76 | 3.74                   | 3.06     | 3.29             | 3.36 |
| <b>Ort.</b>      | 3.64AB                | 3.44B      | 3.83A              |      | 3.66                   | 3.38     | 3.36             |      |
| <b>LSD</b>       | Çeşit:0.29**          | Doz:0.48** | Çeşit x Doz:0.84** |      | Çeşit:0.38             | Doz:0.62 | Çeşit x Doz:1.09 |      |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama plumula yaş ağırlığı 0.75-0.90 g, radikula yaş ağırlığı ise 0.50-0.59 g aralığında değişmiş ; ve bu değişimler ortalama plumula ve radikula yaş ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 5). Ortalama plumula yaş ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde, en düşük Eren çeşidinde belirlenirken, ortalama radikula yaş ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde en düşük Karadağ çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu

plumula yaş ağırlıklarında önemsiz bulunurken, radikula yaş ağırlığında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çeşit x uygulama dozu interaksyonunda en yüksek radikula yaş ağırlığı İptaş çeşidinde hidropriming uygulaması ve Eren çeşidinde BA1 uygulama dozundan, en düşük radikula yaş ağırlığı Karadağ çeşidinden hidropriming ve kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Mevcut bulgular Mokhtar ve Kızılgeçti (2022)'nin bulgularını desteklemektedir.

Tablo 5. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların plumula ve radikula yaş ağırlıkları

| Ön uygulamalar   | Plumula yaş ağırlığı (g) |      |       |      | Radikula yaş ağırlığı (g) |        |        |       |
|------------------|--------------------------|------|-------|------|---------------------------|--------|--------|-------|
|                  | Karadağ                  | Eren | İptaş | Ort. | Karadağ                   | Eren   | İptaş  | Ort.  |
| <b>Kontrol</b>   | 0.83                     | 0.90 | 0.84  | 0.86 | 0.36cd                    | 0.54ab | 0.59ab | 0.50D |
| <b>H.priming</b> | 0.72                     | 0.70 | 0.90  | 0.77 | 0.32d                     | 0.55ab | 0.63a  | 0.50D |
| <b>BA1</b>       | 0.92                     | 0.79 | 0.90  | 0.87 | 0.49abc                   | 0.63a  | 0.61ab | 0.58A |



|      |             |           |                      |      |              |            |                       |        |
|------|-------------|-----------|----------------------|------|--------------|------------|-----------------------|--------|
| BA2  | 0.82        | 0.70      | 0.90                 | 0.81 | 0.54ab       | 0.62ab     | 0.58ab                | 0.58A  |
| BA3  | 0.85        | 0.76      | 0.83                 | 0.81 | 0.60ab       | 0.48bc     | 0.54ab                | 0.54C  |
| BA4  | 0.92        | 0.73      | 0.901                | 0.88 | 0.61ab       | 0.55ab     | 0.61ab                | 0.60A  |
| BA5  | 0.79        | 0.72      | 0.95                 | 0.82 | 0.50abc      | 0.52ab     | 0.62ab                | 0.55BC |
| BA6  | 0.81        | 0.76      | 0.99                 | 0.86 | 0.62ab       | 0.51abc    | 0.60ab                | 0.57AB |
| Ort. | 0.83B       | 0.75C     | 0.90A                |      | 0.50B        | 0.55AB     | 0.59A                 |        |
| LSD  | Çeşit:0.68* | Doz:0.11* | Çeşit x<br>Doz:0.19* |      | Çeşit:0.05** | Doz:0.08** | Çeşit x<br>Doz:0.14** |        |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama plumula ve radikula kuru ağırlıkları sırasıyla 0.10-0.13 g ; 0.08-0.09 g aralığında değişmiş ve bu değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 6). Ortalama plumula kuru ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde, en düşük Eren çeşidinde belirlenirken, ortalama radikula kuru ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu plumula yaş ağırlıklarında önemsiz bulunmuştur. Mevcut bulgular Mokhtar ve Kızılgeçti (2022)'nin bulgularını desteklemektedir.

Tablo 6. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların Plumula ve radikula kuru ağırlıkları

| Ön uygulamalar | Plumula kuru ağırlığı (g) |           |                      |      | Radikula kuru ağırlığı (g) |           |                      |      |
|----------------|---------------------------|-----------|----------------------|------|----------------------------|-----------|----------------------|------|
|                | Karadağ                   | Eren      | İptaş                | Ort. | Karadağ                    | Eren      | İptaş                | Ort. |
| Kontrol        | 0.10                      | 0.10      | 0.17                 | 0.12 | 0.07                       | 0.07      | 0.11                 | 0.08 |
| H.priming      | 0.10                      | 0.09      | 0.12                 | 0.10 | 0.07                       | 0.08      | 0.09                 | 0.18 |
| BA1            | 0.13                      | 0.10      | 0.12                 | 0.12 | 0.09                       | 0.09      | 0.10                 | 0.10 |
| BA2            | 0.12                      | 0.10      | 0.12                 | 0.11 | 0.09                       | 0.10      | 0.08                 | 0.09 |
| BA3            | 0.11                      | 0.10      | 0.11                 | 0.11 | 0.09                       | 0.08      | 0.08                 | 0.08 |
| BA4            | 0.12                      | 0.09      | 0.12                 | 0.11 | 0.10                       | 0.08      | 0.10                 | 0.09 |
| BA5            | 0.09                      | 0.09      | 0.11                 | 0.10 | 0.08                       | 0.09      | 0.09                 | 0.09 |
| BA6            | 0.10                      | 0.11      | 0.13                 | 0.11 | 0.10                       | 0.09      | 0.11                 | 0.10 |
| Ort.           | 0.11                      | 0.10      | 0.13                 |      | 0.09                       | 0.08      | 0.09                 |      |
| LSD            | Çeşit:8.55                | Doz:13.96 | Çeşit x<br>Doz:24.19 |      | Çeşit:6.84                 | Doz:11.17 | Çeşit x<br>Doz:19.35 |      |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama fide güç indeksleri 123.37-146.65 aralığında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 7). Ortalama fide güç indeksleri içinde en yüksek İptaş çeşidinden, en düşük Karadağ ile aynı istatistiki grupta yer alan Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu ortalama fide güç indeksini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir.

Çeşit x uygulama dozu interaksyonunda en yüksek fide güç indeksi İptaş çeşidinden BA6 dozundan elde edilmiştir. Mevcut sonuçlarda borik asit ön uygulamalarının fide güç indeksini genel olarak artırdığı görülmüştür. Bir bitkinin hızlı bir gelişim gösterebilmesinde su, ışık ve mineraller bakımından rekabet edebilmesi için fide gücünün önemli olduğu vurgulanmıştır (Tabrizian ve Osareh 2007).

Tablo 7. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların fide güç indeksi Fide güç indeksi

| Ön uygulamalar | Karadağ      | Eren        | İptaş               | Ort.     |
|----------------|--------------|-------------|---------------------|----------|
| Kontrol        | 115.78       | 135.60      | 141.52              | 130.96CD |
| H.priming      | 102.58       | 116.86      | 142.30              | 120.58D  |
| BA1            | 136.09       | 129.46      | 151.16              | 138.90B  |
| BA2            | 132.19       | 123.09      | 148.83              | 134.70C  |
| BA3            | 137.59       | 111.59      | 131.93              | 127.03CD |
| BA4            | 145.00       | 124.31      | 149.38              | 152.10A  |
| BA5            | 129.46       | 120.37      | 152.97              | 134.26C  |
| BA6            | 140.84       | 125.77      | 155.10              | 140.57B  |
| Ort.           | 129.94B      | 123.37B     | 146.65A             |          |
| LSD            | Çeşit:9.91** | Doz:16.19** | Çeşit x Doz:28.04** |          |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama yan kök sayıları 7.58-10.35 adet arasında değişmiş olup bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 8). Ortalama yan kök sayıları en yüksek İptaş, en düşük Karadağ çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu ortalama yan kök sayısını istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir.

Çeşit × uygulama dozu interaksyonunda en yüksek yan kök sayısı İptaş çeşidinde BA3 uygulama dozundan ve Eren çeşidinde BA1 ve BA4 dozundan elde edilirken, en düşük Karadağ çeşidinde kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde borik asit uygulamalarının bitkide yan kök oluşumunu artırdığı tespit edilmiştir.

Tablo 8. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların yan kök sayıları

| Yan kök sayısı (adet) |              |            |                    |         |
|-----------------------|--------------|------------|--------------------|---------|
| Ön uygulamalar        | Karadağ      | Eren       | İptaş              | Ort.    |
| Kontrol               | 4.46f        | 8.75bcde   | 10.20abcd          | 7.81C   |
| H.priming             | 6.36ef       | 7.84cde    | 10.76abc           | 8.32C   |
| BA1                   | 5.88ef       | 12.11a     | 9.93abcd           | 9.31ABC |
| BA2                   | 7.45def      | 11.03ab    | 8.56bcde           | 9.02BC  |
| BA3                   | 6.66ef       | 8.67bcde   | 12.23a             | 9.18ABC |
| BA4                   | 8.73bcde     | 12.36a     | 11.26ab            | 10.78A  |
| BA5                   | 10.56abc     | 8.70bcde   | 11.13ab            | 10.13AB |
| BA6                   | 10.50abc     | 8.86bcde   | 8.73bcde           | 9.36ABC |
| Ort.                  | 7.58B        | 9.79A      | 10.35A             |         |
| LSD                   | Çeşit:1.06** | Doz:1.74** | Çeşit x Doz:3.02** |         |

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

## SONUÇ

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerini normal bir şekilde geliştirebilmek için besin maddelerini yeterli miktarda almaları gerekmektedir. Ekim öncesi ön uygulama teknikleri ile çimlenme sürecinde etkili olan enzimleri ve antioksidan savunma sistemlerini aktive ederek çimlenmeden olgunluğa kadar geçen sürede olumlu etkiler göstermekte, çevresel stres faktörlerine karşı toleransı artırmaktadır. Tekniğin kolay uygulanabilir, ekonomik ve etkili bir yöntem olmasının yanında, kimyasal girdilerin azaltılmasına katkı sağlama potansiyeline sahip olması, tarımda sürdürülebilir hedeflere ulaşmak noktasında önemli bir alternatif olduğunu göstermektedir. Bitkiler için önemli besin elementlerinden biri olan bor ön uygulama teknikleri içerisinde kullanılabilir. Bitkiler için önemli besin elementlerinden biri olan bor ön uygulama teknikleri içerisinde kullanılabilir.

Sonuçta borik asit ön uygulamalarının mürdümük bitkisinde genel olarak olumlu tepkiler verdiği çimlenme ve fide gelişim parametrelerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Aynı zamanda borik asit uygulamaları mürdümük bitkisinde bazı parametrelere etkisi önemsiz bulunmuştur. Mürdümük bitkisinde genel olarak 4mM borik asit dozunun ön uygulama işlemi bakımından daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

## AÇIKLAMA

Çalışmanın yürütülmesi ve sonuçların yazılması esnasında araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Herhangi bir “Çıkar Çatışması” bulunmamaktadır. Makalede yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKÇA

Açıkgöz, E. (2021). Mürdümük (*Lathyrus* L.) Türleri, Yem Bitkileri I.Cilt. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara s.197-207.

Al-Tabbal, J., & Al-Zboon, K. K. (2021). Impact of boric acid and saline water irrigation on germination and seedling establishment of wheat. *Irrigation and Drainage*, 70(5), 1183-1192.

Ambika, S., Manonmani, V., & Deepika, S. (2014). Seed priming with Micronutrients for Quality and Yield. *Popular Kheti*, 2(4), 35-37.

Anonim, (2017) International Rules for Seed Testing: The germination test. International Seed Testing Association, Zurich. pp. 25.

Asghar, M. K., Sarwar, M. A., Malik, S. R., Waqas, A., Sumaira, Z., Safdar, A., & Abid, A. (2019). Seed priming with boron improves achene yield and oil contents of sunflower. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 32(1), 73-77.

Başaran, U., Acar, Z., Önal, Ö., Mut, H., & Ayan, İ. (2007). Mürdümük (*Lathyrus* Sp.) Türlerinin Önemi, Tarımda Kullanım Olanakları ve Zararlı Madde İçerikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 139-148.

Bozca, F. D., & Leblebici, S. (2022). Interactive effect of boric acid and temperature stress on phenological characteristics and antioxidant system in *Helianthus annuus* L. *South African Journal of Botany*, 147, 391-399.

Budaklı Çarpıcı, E., & Erdel, B. (2015). Determination of Responses of Different Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties to Salt Stress at Germination Stage. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1), 61-67.

Farooq, M., Atique-ur-Rehman, Aziz, T., & Habib, M. (2011). Boron nutripriming improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of plant nutrition*, 34(10), 1507-1515.

Herrera-Rodríguez, M. B., González-Fontes, A., Rexach, J., Camacho-Cristobal, J. J., Maldonado, J. M., & Navarro-Gochicoa, M. T. (2010). Role of boron in vascular plants and response mechanisms to boron stresses. *Plant Stress*, 4(2), 115-122.

Iqbal, S., Farooq, M., Cheema, S. A., & Afzal, I. (2017). Boron seed priming improves the seedling emergence, growth, grain yield and grain biofortification of bread wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19(1).

Jatana, B. S., Ram, H., & Gupta, N. (2020). Application of seed and foliar priming strategies to improve the growth and productivity of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications*, 48(3), 383-390.

- Johnson, S. E., Lauren, J. G., Welch, R. M., & Duxbury, J. M. (2005). A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41(4), 427-448.
- Karadağ, Y. (2009). Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), Baklagil Yembitkileri Cilt II. TC Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Karadağ, Y., Özkurt, M., Akbay, S., & Kır, H. (2012). Tokat-Kazova ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 11-13.
- Mokhtarı, N. E. P., & Kızılgeçi, F. (2022). Yem Bezelyesinin Çimlenme Döneminde Çinko Ve Bor Gübrelere Tepkileri. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 1-1.
- Nadeem, F., Farooq, M., Nawaz, A., & Ahmad, R. (2019). Boron improves productivity and profitability of bread wheat under zero and plough tillage on alkaline calcareous soil. *Field Crops Research*, 239, 1-9.
- Özyazıcı, M.A., & Açıkbay, S. (2021). Borik Asit Priming Uygulamasının Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *Arvense* L. (Pour). 'nin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkileri. ISPEC 8th International Conference on Agriculture, Animaş Sciences and Rural Development, 24-25 December 2021, Bingöl, Turkey.
- Parry, F. A., Chattoo, M. A., Ganie, S. A., & Razvi, S. M. (2016). Economics of seed production in garden pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by different levels of sulphur and boron. *Legume Research-An International Journal*, 39(5), 802-805.
- Petrisor, C., Lupu, C., Dudoiu, R., & Fatu, V. (2017). Impact of seed priming on germination parameters of maize under different temperatures. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 21(4), 63-67.
- Rasool, T., Ahmad, R., & Farooq, M. (2019). Seed priming with micronutrients for improving the quality and yield of hybrid maize. *Gesunde Pflanzen*, 71(1), 37-44.
- Reid, R. J. (2013). Boron toxicity and tolerance in crop plants. In *Crop improvement under adverse conditions* (pp. 333-346). Springer, New York, NY.
- Rowse, H.R. (1995). Drum priming: A non-osmotic method of priming seeds. *Seed Science and Technology*, 24: 281-294.
- Shahverdi, M. A., Omidi, H., & Tabatabaei, S. J. (2017). Determination of optimum duration and concentration of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) seed priming with Boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 24-30.
- Tabrizian, F., & Osareh, A.M. (2007). Improved seed emergence and yield related traits of marigold (*Calendula officinalis* L.) by on-farm seed micronutrient treatment trials. *Iranian Journal of Crop Science*, 9: 124-141.
- Tokarz, K. M., Wesołowski, W., Tokarz, B., Makowski, W., Wysocka, A., Jędrzejczyk, R. J., ... & Kostecka-Gugała, A. (2021). Stem photosynthesis—A key element of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) acclimatisation to salinity. *International journal of molecular sciences*, 22(2), 685.
- Turkez, H., & Geyikoglu, F. (2010). Boric acid: a potential chemoprotective agent against aflatoxin b1 toxicity in human blood. *Cytotechnology*, 62(2), 157-165.
- Wang, F., Chen, X., Chen, Q., Qin, X., & Li, Z. (2000). Determination of neurotoxin 3-N-oxalyl-2, 3-diaminopropionic acid and non-protein amino acids in *Lathyrus sativus* by precolumn derivatization with 1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene. *Journal of Chromatography A*, 883(1-2), 113-118.
- Xia, F. S., Wang, F., Wang, Y. C., Wang, C. C., Tian, R., Ma, J. Y., ... & Dong, K. H. (2020). Influence of boron priming on the antioxidant ability of alfalfa seeds. *Legume Research-An International Journal*, 43(6), 788-793.



# Adıyaman İli Şartlarında Farklı Lokasyonların Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Verim ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi

## The Effects of Different Locations on Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Yield and Some Agricultural Characteristics in Adıyaman Province

### ÖZET

Bu araştırma 2020-2021 vejetasyon döneminde Adıyaman koşullarında çörek otu bitkisinin bölge ekolojik koşullarına adaptasyonunun tespiti ve bölge çiftçisine alternatif ürün olarak tanıtımı amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çiftçi koşullarında 4 farklı lokasyonda (Kamışlı, Çaybaşı, Dot, Kahta) ve her lokasyonda 5 dekar olacak şekilde, demonstrasyon olarak kurulmuştur. Denemelerde materyal olarak Çameli çeşidi çörek otu tohumları, dekara 1.5 kg tohumluk gelecek şekilde, pnömatik mibzerle kışlık olarak Ekim ayı sonunda ekilmiştir. Tüm lokasyonlarda hasatlar 18- 21 Haziran 2021 tarihleri arasında biçerdöverle yapılmıştır. En yüksek tohum verimi bir ek sulama yapılan Kahta (114.60 kg/da) ve Dot (108.70 kg/da) lokasyonlarında, en düşük tohum verimi ise sulama yapılmayan Kamışlı (54.47 kg/da) ve Çaybaşı (47.00 kg/da) lokasyonlarında saptanmıştır. Lokasyonlardan elde edilen tohumlardaki yağ oranları % 30.17- 30.76 arasında olurken, soğuk sıkım pres makinası kullanılarak elde edilen yağ oranları % 23.37- 24.60 arasında değişim göstermiştir. Adıyaman ili şartlarında çörek otu tarımının, kışlık olarak başarılı bir şekilde yapılabilceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Çörek otu, adaptasyon, soğuk sıkım yağ

### ABSTRACT

This research was carried out in order to determine the adaptation of black cumin plant to the ecological conditions

Sorumlu Yazar

Memet İNAN

minan@adiyaman.edu.tr

iD 0000-0001-8870-5029

Yazar

Muzaffer KIRPIK

mkiprik@adiyaman.edu.tr

iD 0000-0002-8089-2533

Yazar

Gökhan BÜYÜK

gbuyuk@adiyaman.edu.tr

iD 0000-0002-0522-3188

Gönderilme Tarihi :

17 Haziran 2022

Kabul Tarihi :

26 Aralık 2022

of the region and to introduce it as an alternative product to the regional farmer in Adıyaman conditions in the vegetation period of 2020-2021. Winter demonstrations have been established in farmer conditions at four distinct locations (Kamışlı, Çaybaşı, Dot, Kahta) and 5 decare in each location. In the trials, Çameli black cumin seeds were sown at the end of October with a pneumatic seeder in a way that 1.5 kg seeds per decare. A combine harvester was used to harvest all locations on the 18<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> of June 2021. The highest seed yield was found in Kahta (114.60 kg/da) and Dot (108.70 kg/da) locations with additional irrigation, while the lowest seed yield was found in Kamışlı (54.47 kg/da) and Çaybaşı (47.00 kg/da) locations without irrigation. While the oil ratios in the seeds obtained from the locations were between 30.17-30.76%, the oil ratios obtained using the cold-pressed press machine vary between 23.37-24.60%. It has been concluded that black cumin cultivation can be done successfully in the winter in the conditions of Adıyaman province.

**Key words:** Black cumin, adaptation, cold pressed oil,

## GİRİŞ

Adıyaman ilinde tütün tarımı yaygın yapılmakta iken, son yıllarda özellikle devlet destekleme alımlarının yapılmaması tütün ticareti ile ilgili yasal düzenlemeler, çiftçileri yeni ürün arayışlarına zorlamıştır. Bölgenin iklim ve toprak koşulları göz önüne alındığında, çörek otu bitkisinin yöreye alternatif bitki olabileceği düşünülmektedir (Özel ve Demirbilek, 200; Özel ve Şahin, 2018). Türkiye 2012-2016 yılları arasında, yıllık ortalama 2200 ton ve parasal değeri olarak da 2.5 milyon \$ civarında çörek otu ithalatı yapmıştır. Bölgenin çörek otu tarımına elverişli olması bu dışa bağımlılığı azaltabilir. Birim alandan alınacak yüksek verim ve katma değer çiftçilerin bu bitkiye yönelmesini sağlayabilir. Çörek otu baharat olarak kullanımının yanında, önemli bir tıbbi bitkidir. Özellikle içerdiği sabit ve uçucu yağlar bitkinin kozmetik ve ilaç sanayiinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Çörek otu tohumlarının ve tohumlardan elde edilen ekstraktların insan sağlığında soğuk algınlığını ve oksidasyonu önleyici, kan basıncını düşürücü, iltihap kurutucu, mikrop öldürücü, anti-timör, süt arttırıcı ve anti-diabetik, diğer alanlarda sinek kovucu olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Siddiqui ve Sharma,

1996; D'Antuono, Moretti ve Lovato, 2002; Tembhurne, Feroz, More, ve Sakarkar., 2014; İnan, 2020).

Tıbbi ve aromatik bitki tarımını yaygınlaştırmak amacıyla Gıda Tarım ve Hayvancılık, Bakanlığı tıbbi ve aromatik bitkileri 2015 yılında, ilk defa destekleme kapsamına almıştır (Kırıcı, 2015). Türkiye şartlarında çörek otu tarımı genelde, iklimi soğuk olan Doğu ve İç Anadolu gibi yerlerde yazlık ve sıcak bölgelerde kışlık ekimi yapılır. Son yıllarda çörek otu ekim alanında da belirgin bir artış olmuştur. 2010 yılında ekim alanı 4.681 dekar iken, 2018 yılında 33.864 dekar ulaşılmıştır. Bu artışın önemli nedenlerinden birisi de Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu" tarafından destekleme kapsamına alınan 11 ilde (Aksaray, Amasya, Burdur, Çanakkale, Kahramanmaraş, Konya, Kütahya, Manisa, Nevşehir, Samsun ve Sivas) üreticiler diğer Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin yanında çörek otu yetiştirmeyi taahhüt etmesinden kaynaklanmıştır. Türkiye'de 2019 yılı verilerine göre 33.864 da'lık alanda 3.322 ton çörek otu tohumu üretilmektedir. Bu üretim miktarı iç talebi karşılayacak düzeyde değildir. Bu nedenle yıllara göre değişmekle birlikte ihtiyacımızın yaklaşık 2.000 tondan fazlası ithalat yoluyla karşılanmaktadır (Kırıcı, S., Bayram, E., Tansı, S., Arabacı, O., Baydar, H., Telci, İ., İnan, M., Kaya, D.A., Özel, A., 2020).

Adıyaman'ın tarımsal yapısı incelendiğinde, arpa, buğday ve tütün gibi ürünlerin ağırlıklı olarak yetiştirildiği görülmektedir. Bunun dışında çok az miktarda tarla bitkisi (mısır, fiğ, mürdümük gibi) yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Oysa ki bölgenin gerek iklim, gerek toprak özellikleri birçok tıbbi, aromatik ve baharat bitkisinin yetişebilmesine olanak sağlayabilmektedir. Özellikle bu tip ekolojik bölgelerde suyu etkin kullanabilen bitkiler tercih edilmelidir. Bu bitkilerden bir tanesi de çörek otudur. Bölgede çörek otu tarımı yapılmamakla birlikte, yöre çiftçisi bitkiyi tanımamaktadır. Adıyaman'da çörek otu ile ilgili yapılan bir çalışmada (İnan, 2020), bitkinin kışlık olarak, sulamasız dahi yetişebildiği ve kuru şartlarda ortalama verimin 50 kg civarında olduğu tespit edilmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkiler, özellikleri gereği, fazla emek isteyen fakat buna karşın getirileri çok yüksek olan bitkilerdir. Bu çalışma ile; Adıyaman bölgesine alternatif bir bitki tanıtılarak çiftçinin tarım kültürü artırılacak, aynı zamanda yörede mevcut işsizliğe katma değeri yüksek bir bitki ile kazanç sağlanarak çare olacağı düşünülmektedir

## MATERYAL ve YÖNTEM

Denemede kullanılan “Çameli” çörek otu çeşidi, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nden temin edilmiştir.

## Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri

Lokasyonlarda yürütülen çörek otu denemelerinden, ekim öncesi dönemde 0-30 cm derinlikten, toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal toprak analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı lokasyonlardan alınan toprakların 0-30 cm derinlikteki bitki besin elementlerinin durumu

| Lokasyon | pH   | EC $\mu\text{s/cm}$ | Tekstür     | Kireç % | Organik Madde % | Alınabilir $\text{P}_2\text{O}_5$ kg/da | Total N % | Değişebilir $\text{K}_2\text{O}$ kg/da | Alınabilir mg/kg |     |     |      |
|----------|------|---------------------|-------------|---------|-----------------|---|-----------|--|------------------|-----|-----|------|
|          |      |                     |             |         |                 |   |           |  | Fe               | Cu  | Zn  | Mn   |
| Çaybaşı  | 7.43 | 611                 | Killi       | 24.3    | 1.05            | 0.90                                    | 0.73      | 20.53                                  | 5.79             | 6.4 | 1.6 | 8.1  |
| Dot      | 7.48 | 768                 | Killi-Tınlı | 12.6    | 2.58            | 2.80                                    | 0.59      | 65.95                                  | 16.6             | 5.2 | 5.7 | 14.0 |
| Kahta    | 6.55 | 502                 | Killi-Tınlı | 23.4    | 1.80            | 11.2                                    | 0.56      | 75.50                                  | 5.45             | 9.1 | 1.9 | 13.5 |

Kamışlı ve Çaybaşı lokasyonları birbirine yakın lokasyonlar olduğu için sadece Çaybaşı lokasyonundan toprak örneği alınmıştır. Araştırma topraklarının pH içerikleri 6.55 ile 7.48 arasında değişerek, ortalama 7.19 olup, nötr reaksiyonlu olduğu görülmüştür. Toprakların toplam tuz içerikleri 502-768  $\mu\text{s/cm}$  arasında değişirken, ortalama olarak 627  $\mu\text{s/cm}$  olarak bulunmuş ve toprakların hepsinin tuzsuz sınıfa girdikleri belirlenmiştir. Çalışma alanı toprakları killi ve killi-tınlı grubunda yer almaktadır. Toprakların kireç içeriği %12.6-24.3 arasında değişirken, ortalama % 20.1 olarak bulunmuş orta ve kireçli olduğu saptanmıştır. Topraklardaki organik madde içeriği %1.05-2.58 arasında değişirken ortalama olarak %1.81 bulunmuştur. Çaybaşı ve Kahta lokasyonlarında organik madde az, Dot lokasyonunda orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanı topraklarının alınabilir fosfor içerikleri derinliğe bağlı olarak 0.90- 11.2 kg  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{da}$  arasında değişmiş olup, fosfor Çaybaşı ve Dot lokasyonlarında yetersiz, Kahta lokasyonunda yeterli görülmektedir. Araştırma topraklarının toplam azot içerikleri %0.56- 0.73

arasında değişirken, toplam azot içeriği ortalama olarak %0.63 olarak (yüksek) belirlenmiştir. Değişebilir potasyum içeriği 20.53-75.50 kg  $\text{K}_2\text{O}/\text{da}$  (düşük) arasındadır. Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin sınır değerleri ele alındığında, deneme yeri topraklarındaki tüm lokasyonlarda alınabilir demir (>4.5 ppm) (Linsay ve Norvell, 1978) ve bakır (>0.2 ppm) (Follet 1969) yeterli, Çaybaşı ve Kahta lokasyonlarında alınabilir Zn (0.7- 2.4 ppm) (FAO 1990) yeterliyken Dot’ta fazla, alınabilir Mn (14- 50 ppm) (FAO 1990) yönünden Dot lokasyonunda yüksek, diğer lokasyonlarda az düzeyde olduğu saptanmıştır.

## Yöntem

Deneme alanları klasik toprak işleme yapılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimlerin yapılması için hava durumu takip edilmiş ve demonstrasyon alanlarında ekimler, Kamışlı ve Çaybaşı lokasyonlarında 27.10.2020, Dot ve Kahta lokasyonlarında 28.11.2020 tarihlerinde dekara 1.5 kg çörek otu tohumu gelecek şekilde ve her lokasyonda 5’er dekarlık alanlarda, sıra arası 27 cm olacak şekilde pnömatik mibzerle yapılmıştır (Şekil, 1).





Şekil 1. Çörek otu ekiminin mibzerle yapılması ve çıkışlar

Deneme kurulan alanlarda toprak hazırlıkları ile birlikte dekara 8 kg saf fosfor gelecek şekilde di-amonyum fosfat (DAP) taban gübresi, Dot ve Kahta lokasyonlarında 15.02.2021, Kamışlı ve Çaybaşı lokasyonlarında 22.03.2021 tarihlerinde üst gübre uygulanmıştır. Üst gübre olarak üre gübresi kullanılmıştır. Üst gübre işlemleri yağmura denk getirilerek, dekara 4 kg saf azot gelecek şekilde (yaklaşık 9 kg üre) tüm lokasyonlarda tek bir seferde elle uygulanmıştır. Nisan ayı içerisinde uzun yıllar ortalamasından (65.7 mm),

oldukça düşük yağış (1.8 mm) gerçekleşmiştir. Sıcaklık ortalaması ise uzun yıllar (15.1 °C) ortalamasından, daha yüksek (17 °C) olmuştur (Anonim, 2021; Anonim, 2022). Bu nedenle sulama imkanının olduğu Dot ve Kahta lokasyonlarında 20-21.04.2021 tarihlerinde eğim yönünde sadece bir kez salma sulama uygulanmıştır. Hasatlar biçerdöverle haziran ayının ikinci yarısında yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Olgunlaşmış kapsüller ve biçerdöverle çörek otu hasadı

Tohumlardaki yağ miktarını belirlemek amacıyla, HHT1000 model 2.2 kW motor gücüne sahip tohum soğuk sıkım pres makinesi ile 1 kg tohum kullanılarak, soğuk sıkımla bir kg çörek otu tohumundan ne kadar yağ elde edilebileceği “%” (w/v) olarak ifade edilmiştir. Kullanılan bu cihazda 5 farklı küspe çıkışı sağlayabilen başlıklar, sıkma hızı (devir/dakika) ayarlanabilen kontrol paneli mevcuttur. Başlıkların değiştirilmesi ve dönme

hızının artırılması veya azaltılması çıkan yağın miktarını da etkileyebilmektedir. Çalışmada 3 numaralı başlık ve düşük devir hızı kullanılarak en yüksek yağ miktarı alınmıştır. Bu uygulamanın kullanılması yağın daha uzun süreçte alınmasına neden olmuş ve 1 kg çörek otunun sıkılması 1 saatte yapılabilmektedir. Tohumlar sıkıldıktan sonra küspenin dışarı kolaylıkla atılabilmesi için cihaz kafa sıcaklığı 75 °C'ye sabitlenmiştir.



Bitkisel özellikleri belirlemek amacıyla her bir lokasyonda 3 tekerrürlü olacak şekilde parseller oluşturulmuş ve her tekerrürden 20 bitki alınarak ölçümler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar Mstat-c istatistik programında tesadüf blokları deneme desenine göre yorumlanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar en güvenilir farka (EGF) göre gruplandırılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Fenolojik Gözlemler

Tüm lokasyonlarda ekim, çıkış, tam çiçeklenme ve hasat tarihleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çörek otu ekimi yapılan köyler, ekim, çıkış, tam çiçeklenme ve hasat tarihleri

| Köyler  | Ekim Tarihleri | Çıkış Tarihleri | Çiçeklenme | Hasatlar   |
|---------|----------------|-----------------|------------|------------|
| Kamışlı | 27.10.2020     | 23.11.2020      | 25.04.2021 | 18.06.2021 |
| Çaybaşı | 27.10.2020     | 23. 11. 2020    | 25.04.2021 | 18.06.2021 |
| Dot     | 28.10.2020     | 20. 11. 2020    | 22.04.2021 | 21.06.2021 |
| Kahta   | 28.10.2020     | 17.11.2020      | 22.04.2021 | 21.06.2021 |

Ekimlerden ortalama 25 gün sonra tüm alanlarda çıkışların olduğu saptanmıştır. Çıkışlardaki farklılıklar, ön bitki (ön bitki olarak; Kamışlı'da buğday, Çaybaşı'nda nohut; Dot'ta tritikale, Kahta'da arpa (sulu)), topraktaki mevcut nem, ekim alanlarının hazırlığı ve toprak farklılığından ileri geldiği kabul edilmiştir. Çiçeklenme seyri 20- 25 gün boyunca devam etmesi bitkinin arıcılık açısından da değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Sulama yapılmayan Kamışlı ve Çaybaşı lokasyonları ile bir kez sulama yapılan Dot ve Kahta lokasyonları bitkisel özellikler bakımından kendi içlerinde iki grup oluşturmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü 2021 yılı ilkbaharında bitkilere fayda sağlayacak şekilde en son yağış 13.04.2021 tarihinde gerçekleşmiştir. Tam çiçeklenme dönemine yakın olan bu tarihten sonra yağış olmamıştır. Bu nedenle sulama yapılmayan lokasyonlardaki bitkilerde gelişme geriliği belirlenmiş ve bu durum bitkisel özelliklerin hepsini (bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı vb.) olumsuz etkilemiştir. Dot ve Kahta lokasyonlarında ise tam kapsül oluşturma dönemine yakın 1 kez sulama yapılmasına karşın, bitkisel özellikler ve verim bakımından olumlu sonuçlar alınmıştır. Çörek otuna ait çalışmadan elde edilen verilerden bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı ve kapsüldeki tohum sayısına ilişkin ortalama

değerler ve oluşan gruplar Çizelge 3'te ve bin tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve soğuk sıkım pres yağ oranına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

### Bitki Boyu (cm)

Çizelge 3'te sulama yapılmayan Çaybaşı ve Kamışlı lokasyonlarından elde edilen bitki boyu değerlerinin, Dot ve Kahta lokasyonlarından elde edilen bitki boyu değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılık istatistiki anlamda %1 önem seviyesindedir. En yüksek bitki boyu değeri 79.97 cm olarak Kahta lokasyonunda tespit edilirken, en düşük bitki boyu değeri 41.27 cm olarak Çaybaşı lokasyonundan elde edilmiştir. Genel olarak sulama yapılan lokasyonlarda daha yüksek bitki boyu değerlerine ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre, sulama yapılmayan Çaybaşı ve Kamışlı lokasyonlarından elde edilen bitki boyu değerleri, Dot ve Kahta lokasyonlarından elde edilen bitki boyu değerlerinden daha düşük gerçekleşmiştir. Bitki boyu üzerine iklim ve toprak koşulları kadar kültürel uygulamalar da önemli rol oynamaktadır. Çörek otu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda bitki boyunun 25.10- 89.60 cm arasında değiştiği bildirilmektedir (Tunçtürk, Ekin ve Türközü, 2005; Kızıl, Kırıcı, Çakmak ve Khawar, 2008; Agha, Ahmad, Islam, Gill ve Athar, 2010; Rabbani, Ghafoor ve Masood, 2011; El-Mekawy, 2012; Haq, Hossain, Haque, Das ve Huda, 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016; Beyzi, 2018; İnan, 2020). Çalışmadan elde ettiğimiz değerler bu değerler arasında yer almıştır.

### Dal Sayısı (adet/bitki)

Sulanmayan ve sulanan bitkiler arasında dal sayısı bakımından, istatistiksel anlamda %1 önem düzeyinde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Dot ve Kahta lokasyonlarından elde edilen dal sayısı değerleri sırasıyla 6.73 ve 7.00 adet/bitki arasında değişirken, Kamışlı ve Çaybaşı lokasyonlarında ise sırasıyla 4.13 ve 3.90 adet/bitki olarak gerçekleşmiştir. Çörek otunda her bir dal bir kapsülle sonlanmaktadır. Bu durum dallanmayla birlikte kapsül sayısı arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermekte ve dolayısıyla verimin önemli parametrelerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte bitkilerin çok geniş sıra aralıklarında ekilmesi dallanmayı ve kapsül oluşumunu arttırırken, beraberinde bitkilerde yatma riskine neden olmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü bölge iklimine benzer şartlarda yapılan çalışmalarda dal sayısının 2.44-6.50 adet/bitki arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Özel, Demirbilek ve Güler, 2002; Kızıl vd., 2008; İnan, 2020). Dal sayısına ilişkin bildirilen bu değerler, sulanmayan lokasyonlardan elde ettiğimiz değerlerle uyum halindeyken, sulanan lokasyonlardan elde ettiğimiz değerlerden daha

düşük olmuştur. Ekolojik faktörlerin bitki büyüme ve gelişimi açısından oldukça önemli olduğu, uygulanan kültürel yöntemlerin de dal sayısı üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (İnan, 2020).

### Kapsül Sayısı (adet/bitki)

Sulanmayan ve sulanan lokasyonlar arasında kapsül sayıları bakımından istatistiksel anlamda %1 önem seviyesinde önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Dal sayısında ifade edildiği gibi her dalın ucu (ikincil, üçüncül dallar dahil) bir kapsülle sonlanmaktadır ve çörek otu bitkisinde önemli verim özelliklerinden biridir. En yüksek kapsül sayısı dal sayısında olduğu gibi Kahta lokasyonundan (18.5 adet/bitki), en düşük kapsül sayısı ise Kamışlı lokasyonundan (5.00 adet/bitki) elde edilmiştir (Çizelge 3). Sulanmayan lokasyonlardan elde edilen kapsül sayısına ait değerler bazı araştırmacıların (Tunçtürk vd., 2005; Kızıl vd., 2008; Agha vd., 2010; Haq vd., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016; İnan, 2020) sonuçlarından düşük bulunurken, sulanan lokasyonlardan elde edilen değerler ise bu değerlerden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Lokasyonlardan elde edilen bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı ve kapsüldeki tohum sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

| Köyler   | Bitki Boyu (cm) | Dal Sayısı (adet/bitki) | Kapsül Sayısı (adet/bitki) | Kapsüldeki Tohum Sayısı (adet/kapsül) |
|----------|-----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Kamışlı  | 50.33 b         | 4.13 b                  | 5.00 b                     | 53.70 b                               |
| Çaybaşı  | 41.27 b         | 3.90 b                  | 5.03 b                     | 41.13 b                               |
| Dot      | 75.77 a         | 6.73 a                  | 13.80 a                    | 113.50 a                              |
| Kahta    | 79.97 a         | 7.00 a                  | 18.50 a                    | 116.70 a                              |
| EGF (%1) | 10.04           | 2.49                    | 11.38                      | 39.66                                 |
| VK       | 3.10            | 16.63                   | 20.50                      | 9.31                                  |

EGF: En Güvenilir Fark, VK: Varyasyon Katsayısı

### Kapsüldeki Tohum Sayısı (adet/kapsül)

Ortalama kapsüldeki tohum sayısı değerleri lokasyonlara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kapsüldeki tane sayısı bakımından en yüksek değer Kahta lokasyonundan (116.70 adet/kapsül), en düşük değer ise Çaybaşı lokasyonundan (41.13 adet/kapsül) elde edilmiştir. Diğer lokasyonlarda ise, Kamışlı'da 53.70 adet/kapsül ve Dot'ta 113.50 adet/kapsül olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Sulanmayan alanlardan

elde edilen kapsüldeki tohum sayıları Tunçtürk vd. (2005), Agha vd. (2010), Haq vd. (2015), Kılıç ve Arabacı (2016), Beyzi (2018), İnan (2020)'nın bildirmiş oldukları değerlerden daha düşük olmuştur. Bununla birlikte sulanan lokasyonlardan elde edilen değerler Kızıl vd. (2008), Agha vd. (2010) ve İnan (2020)'ın bildirdikleri değerlerden daha yüksek gerçekleşmiştir.

### Bin Tohum Ağırlığı (g)

Lokasyonlar arasında bin tohum ağırlıkları arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tüm lokasyonlarda bin tohum ağırlıkları 2.39-2.50 g arasında değişmiştir. En yüksek bin tohum ağırlığı sulama yapılan Kahta lokasyonunda, en düşük bin tohum ağırlığı ise sulama yapılmayan Kamışlı lokasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4). Çörek otunda yapılan çalışmalarda bin tohum ağırlığının 1.48 g ile 2.73 g arasında değiştiği bildirilmektedir (Özel vd., 2002; Tunçtürk vd., 2005; Kızıl vd., 2008; Haq vd., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016; Beyzi, 2018, İnan, 2020). Bin tohum ağırlığına ilişkin bildirilen bu değerler ile bulgularımız uyum halin iken, Can (2021)'in Çameli çörek otu çeşidi ile yapmış olduğu çalışmadan elde edilen 3 g sonucundan ise, düşük bulunmuştur. Bin tohum ağırlığına ilişkin bu farklılıkların, çalışmaların yürütüldüğü ekolojik koşullar, bitkinin kışlık veya yazlık ekilmesi, bitkinin genetik yapısı, iklim ve yetiştirme tekniklerinin farklılığından olduğu düşünülmektedir.

### Tohum Verimi (kg/da)

Farklı lokasyonlarda yürütülen çalışmada tohum verimleri bakımından istatistiksel anlamda %1 önem düzeyinde farklılıklar oluşmuştur. Tohum verimini doğrudan etkileyen, dal sayısı, kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı ve bin tane ağırlığı gibi özelliklerde olduğu gibi en yüksek tohum verimi Kahta lokasyonunda (114.60

kg/da), en düşük tohum verimi ise Çaybaşı lokasyonunda (47.00 kg/da) ölçülmüştür (Çizelge 4). Dot ve Kamışlı lokasyonlarından sırasıyla 108.7 ve 54.47 kg/da tohum verimi alınmıştır. Özellikle çiçeklenmeden sonra yağışların olmaması sulanmayan lokasyonlarda kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı ve bin tohum ağırlıkları gibi bitkisel özellikleri olumsuz etkilenmiş, bu durum ise doğal olarak verime yansımıştır. Çörek otunda tohum verimi 28.5 kg/da ile 146.0 kg/da arasında değişim gösterebilmektedir (Özel vd., 2002; Tunçtürk vd., 2005; Kızıl vd., 2008; Agha vd., 2010; Kılıç ve Arabacı, 2016; İnan, 2020; Can, 2021; Keser ve Gedik, 2021). Tohum verimindeki farklılıklar, sıcaklık, yağış durumu gibi ekolojik koşulların yanı sıra genotip, toprak yapısı ve tarımsal uygulamaların (yazlık-kışlık ekim, ekim yöntemi, derinliği, gübreleme, sulama, ot alma, bitki sıklığı ve tohum miktarı vb.) farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

### Yağ Oranı (%)

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen çörek otu tohumlarından elde edilen yağ oranları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark oluşmazken, sulanmayan lokasyonlardan alınan tohumlarda yağ oranı daha yüksek bir değer almıştır. Tohumlardaki yağ oranı %30.17 ile %31.33 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Buna göre en yüksek yağ oranı %31.33 olarak Çaybaşı lokasyonundan en düşük yağ oranı ise % 30.17 olarak Dot lokasyonundan alınmıştır.

Çizelge 4. Lokasyonlardan elde edilen bin tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve soğuk sıkım pres makinasından elde edilen yağ oranına ilişkin ortalama değerler

| Köyler   | Bin Tohum Ağırlığı (g) | Tohum Verimi (kg/da) | Yağ Oranı (%) | Soğuk Sıkım Yağ Oranı (%) |
|----------|------------------------|----------------------|---------------|---------------------------|
| Kamışlı  | 2.40 b                 | 54.47 b              | 31.20         | 24.47                     |
| Çaybaşı  | 2.39 b                 | 47.00 b              | 31.33         | 24.60                     |
| Dot      | 2.43 ab                | 108.70 a             | 30.17         | 23.37                     |
| Kahta    | 2.50 a                 | 114.60 a             | 30.33         | 23.43                     |
| EGF (%1) | 0.087                  | 20.53                | ö.d.          | ö.d.                      |
| VK       | 1.16                   | 4.76                 | 2.17          | 1.99                      |

EGF: En Güvenilir Fark, VK: Varyasyon Katsayısı

## Soğuk Sıkım Pres Makinasından Elde Edilen Yağ Oranları (%)

Soğuk sıkım yağ oranları arasında oluşan farklılıklar istatistiksel anlamda önemli seviyede çıkmamış ve tüm lokasyonlar aynı grupta yer almıştır. Ancak en yüksek soğuk sıkım yağ oranı %24.60 olarak Çaybaşı lokasyonundan, en düşük soğuk sıkım yağ oranı ise % 23.37 olarak Dot lokasyonundan alınmıştır (Çizelge 4).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Adıyaman koşullarında bölge çiftçisine alternatif bir ürün olarak önerilebilecek çörek otu bitkisinin, bölge ekolojik koşullarına adaptasyonunun ve bazı verim parametrelerinin tespiti amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda çörek otu bitkisinin Adıyaman şartlarında kışlık olarak başarılı bir şekilde yetiştirilebileceği tespit edilmiştir. Kahta ve Dot lokasyonlarında çiçeklenme döneminden sonra sadece bir kez sulamayla birlikte tohum veriminin yaklaşık olarak iki katına çıktığı (sırasıyla 114.60-108.7 kg/da) saptanmıştır. Bu nedenle, yağışların yetersiz olması durumunda, özellikle çiçeklenme döneminden sonra, sulamanın tohum verimini önemli ölçüde arttırdığı göz önünde bulundurulmalıdır.

## TEŞEKKÜR ve AÇIKLAMALAR

Bu çalışma, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'nın desteklediği "Çörek Otu Yetiştiriciliğinin Yaygınlaştırılması ve Pazarlanması Eğitimi Projesi" kapsamında yürütülmüştür. Araştırmacılar destekleyen kuruma teşekkürlerini sunar.

Makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Bu makale için etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek bulunmamaktadır.

Yazarlar arasında herhangi bir "Çıkar Çatışması" bulunmamaktadır.

Yazar sıralamasında katkı oranları esas alınmıştır.

## KAYNAKLAR

Anonim, 2021. Adıyaman Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, aylık meteorolojik veriler.

Anonim, 2022. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, uzun yıllar meteorolojik verileri (1963- 2021) <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ADIYAMAN>.

Agha, Q., Ahmad, S., Islam, M., Gill, A., Athar, M. 2010. Growth and production potential of five medicinal crops in highlands of Balochistan. Pakistan Journal of Medicinal Plants Research, 4(20): 2159- 2163.

Beyzi, E. 2018. Çörek otu bitkisinin (*Nigella sativa* L.) Kayseri ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi,. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 14: 245- 248.

Beyzi, E. ve Karaer, Ş., 2020. Ekim zamanları ve bor uygulamalarının çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitkisinin agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkileri, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3): 2227- 2234.

Can, M., 2021. Farklı çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotiplerinin kışlık ekim koşullarında verim ve verim öğelerinin araştırılması, Ziraat Mühendisliği, 372: 66- 74.

D'Antuono, L.F., Moretti, A. and Lovato, A.F.S. 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Industrial Crops and Products, 15: 59- 69.

El-Mekawy, M.A.M. 2012. Growth and yield of *Nigella sativa* L. plant influenced by sowing date and irrigation treatments American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (4): 499-505.

FAO 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. In: FAO Soils Bulletin. N.63. Rome.

Follet, R. H. 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. Ph. D. Dissertation. Colorado. State University.

Haq, M.Z., Hossain, M.M., Haque, M.M., Das, M.R., Huda, M.S. 2015. Blossoming characteristics in black cumin genotypes in relation seed yield influenced by sowing time. American Journal of Plant Sciences, 6: 1167- 1183.

İnan, M., 2020. Yarı kurak koşullarda ekim zamanlarının

- çörek otu (*Nigella sativa* L.) verim ve verim özelliklerine etkisi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(1): 32–37.
- Keser, E. ve Gedik, O., 2021. Kahramanmaraş ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, Adnan Menderes Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 18(1):73- 81.
- Kılıç, C. ve Arabacı, O. 2016. Çörek otu (*Nigella sativa* L.)’nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi. Adnan Menderes Üni. Zir. Fak. Dergisi, 13(2): 49 – 56.
- Kırıcı, S., 2015. Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. TÜRKTOB, Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, Yıl:4, Sayı:15:1-8, Ankara.
- Kırıcı, S., Bayram, E., Tansı, S., Arabacı, O., Baydar, H., Telci, İ., İnan, M., Kaya, D.A., Özel, A., 2020. Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminde mevcut durum ve gelecek, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, ISBN-978-605-01-1321-1, Ocak-2020. 505- 528.
- Kızıl, S., Kırıcı, S., Çakmak, Ö., Khawar, K.M. 2008. Effects of sowing periods and P application rates on yield and oil composition of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(2): 242- 246.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Proceeding 42: 421-428.
- Özel, A. ve Demirbilek, T. 2000. “Harran Ovası kuru koşullarında bazı tek yıllık baharat bitkilerinin verim ve bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi” HR.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(3-4), 21-33.
- Özel, A., Demirbilek, T., Güler, İ. 2002. Harran Ovası kuru koşullarında farklı ekim zamanlarının çörek otu türleri (*Nigella* spp.)’nin verim ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(3-4): 81-90.
- Özel, A. ve Şahin, A.R. 2018. “The importance of tobacco and, medicinal and aromatic plants will be an alternative to tobacco” 1. Uluslararası GAP Tarım ve Hayvancılık Kongresi, April 25-27, 2018, Şanlıurfa, Türkiye.
- Rabbani, M.A., Ghafoor, A., Masood, M.S. 2011. Narc-Kalonji: an early maturing and high yielding variety of *Nigella sativa* released for cultivation in Pakistan. Pakistan J. Bot., 43: 191-195.
- Sağlık, A., 2020. Çukurova koşullarında çörek otu (*Nigella sativa* L.)’nda organik ve ticari gübre uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri, Çukurova Üni. Fen Bil. Ens. Y. Lis. Tezi, s.49.
- Siddiqui, A.A. and Sharma, P.K.R. 1996. Clinical importance of *Nigella sativa* Linn. Hamdard Medicus, 39: 38-42.
- Tembhurne, S.V., Feroz, S., More, B. H., Sakarkar, D.M. 2014. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa* (kalonji) seeds. Journal of Medicinal Plants Research, 8 (3): 167- 177.
- Tunçtürk, M., Ekin, Z., Türközü, D. 2005. Response of black cumin (*Nigella sativa* L.)to different seed rates growth, yield components and essential oil content. Journal of Agronomy, 4(3): 216- 219.



# Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerine Ait Tohumların Fiziksel Özellikleri

## Physical Properties of Seeds of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties

### Sorumlu Yazar

Zeynep DUMANOĞLU


zeyno0191@gmail.com

 0000-0002-7889-9015

### Yazar

Selim ÖZDEMİR


ozdemir2312@gmail.com

 0000-0003-1840-9907

### Yazar

Kağan KÖKTEN

kkokten@bingol.edu.tr

 0000-0001-5403-5629

### ÖZET

Son yıllarda karşılaşılan gıda problemleri sebebiyle dayanıklı ve sevilerek tüketilen gıda ürünleri daha çok öne çıkmaktadır. Nohut (*Cicer arietinum* L.) sulu ve kuru arazi koşullarında yetişebilme yeteneğine sahip önemli bir yemeklik tane baklagildir. Bu çalışmada; altı farklı nohut çeşidinin (Caner, Hasanbey, İnci, Onur, Seçkin ve Sezgi) tohumlarına ait bazı fiziksel özellikleri (uzunluk, genişlik, yüzey alan, ortalama aritmetik ve geometrik çap, küresellik ve yüz tane ağırlığı) incelenmiştir. Çalışma 2022 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem ve Tarla Bitkileri Bölümlerine ait laboratuvarlarda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ( $p < 0.05$ ). Genel olarak incelenen altı farklı nohut çeşidinin kısa ve oval bir tohum yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Tohumların ortalama yüz tane ağırlığının 42.08 g olduğu saptanmıştır. Bu çalışma kapsamının hedefi, incelenen parametreler kullanılarak üreticilerin uygun alet, makine ve sistemlerini seçmelerine olanak vererek en az kayıpla üretimlerini gerçekleştirmeleridir.

**Anahtar Kelimeler:** Nohut, yemeklik tane baklagiller, tohum fiziksel özellikleri, tohum boyutları

### ABSTRACT

Due to the food problems encountered in recent years, durable and lovingly consumed products come to the fore. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is an important food legume

Gönderilme Tarihi :  
Kabul Tarihi :

30 Haziran 2022  
02 Aralık 2022

plant that can grow in wet and dry land conditions. In this study, some physical properties (length, width, surface area, average arithmetic and geometric diameter, sphericity and hundred grain weight) of six different chickpea varieties (Caner, Hasanbey, İnci, Onur, Seçkin and Sezgi) were investigated. The study was carried out in the laboratories of Bingöl University, Faculty of Agriculture, Departments of Biosystems and Field Crops in 2022. Obtained data were evaluated statistically ( $p < 0.05$ ). It was determined that six different chickpea varieties examined in general had a short and oval seed structure. It was determined that the seeds had an average of 42.08 g hundred grain weight. By using the parameters examined within the scope of this study, it is aimed to enable the manufacturers to choose the appropriate tools, machines and systems, and to realize their production with the least loss.

**Key Words:** Chickpea, leguminous grains, seed physical characteristics, seed dimensions

## 1.GİRİŞ

Kendine döllenmiş nohut (*Cicer arietinum* L.), diploid ( $2n=2x=16$ ) kromozoma sahip ve ekonomik önemi yüksek bir yemeklik tane baklagildir (Arumuganathan ve Earle, 1991). *Cicer* cinsinde, 9 adet bir yıllık ve 34 adet de çok yıllık yabani tür bulunmaktadır (Singh, Sharma, Varshney, Sharma, Singh, 2008). Yemeklik tane baklagiller arasında en fazla tüketimi olan nohutun gen merkezinin ülkemizi de içine alan Doğu Akdeniz ve Güney-Asya olduğu bilinmektedir (Alajaji ve El-Adawy, 2006). İnsanların beslenmesinde temel protein kaynaklarından biri olan nohutun, kurak ve yarı kurak bölgelerde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Choudhary, Gaur, Gusta, Bhatia, 2012).

Nohut, Dünya'da yaklaşık 12.7 milyon ha alanda yetiştirilmekte olup, verimi 95.6 kg/da ve üretimi ise 12.1 milyon ton civarındadır (FAO, 2016). En fazla nohut üretimi yapan ülkeler arasında Hindistan ve Avustralya yer almaktadır. Özellikle, Hint Okyanusu havzasında yer alan Hindistan ve Pakistan'da çok sevilerek tüketilen bir üründür (Millan, Wintwer, Jungling, Gil, Rubio, Cho, Cobos, Iruela, Rajesh, Tekeoglu, Kahl, Muehlbauer, 2010). Türkiye'de nohut ekim alanı yaklaşık 520 bin ha olup, 630 bin tonluk üretim ile yemeklik tane baklagiller arasında üretimde ilk sırada yer almaktadır (TUİK, 2021).

Nohut yetiştiriciliği için toprakların verimli, kumlu, iyi drenajlı, organik madde açısından zengin ve pH'sının da 5.5-8.6 arasında olması gerekmektedir. Türkiye'deki bazı kıyı bölgeleri haricinde, özellikle Orta Anadolu Bölgesinde kuru şartlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır (Babaoğlu, 2003). Nohudun kurak ve sıcak koşullara mercimekten sonra en fazla dayanıklı ve besin maddeleri açısından zayıf topraklarda yetiştirilebilen bir bitki olması sebebiyle ülkemizde üretimi en fazla yapılan yemeklik tane baklagiller arasında yer almaktadır (Şahin ve Geçit, 2006).

İnsan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahip olan nohudun; cins, tür, çeşit ve yetiştirme metodlarına göre değişmekle birlikte, tanelerindeki protein oranı %18-36 arasında değişmektedir. Yüksek miktarda protein içermesi sebebiyle hayvansal proteinin ihtiyacının tam olarak karşılanamadığı beslenme düzenlerinde önemli bir yer tutmaktadır (Eyidoğan ve Öz, 2007; Çevik ve Değer, 2019). Ayrıca taneleri A, B ve D vitaminleri yönünden oldukça zengin bir özellik göstermektedir (Ulukan, 2012). Bütün bu faydalarına ilaveten, atmosferdeki serbest azotun köklerindeki *Rhizobium* bakterileri ile toprağa bağlanması nedeniyle ekim nöbetinde yer alması gereken önemli bir bitkidir (Millan vd., 2010).

Bu çalışmada, Türkiye'deki üreticiler tarafından tercih edilen altı farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidine ait tohumlar incelenmiştir. Özellikle tohumluk kaybının en aza indirilerek üreticiler için önemli girdilerden biri olan tohum masrafını azaltmak hedeflenmiştir. Bunun için, tohumun geometrik şekil özelliklerine uygun seçilecek alet, makine ve sistemlere ait ekici ünite yardımı ile en az tohum kaybı yaşanarak (ikizlenme ve boşluk olmadan) ekim işleminin gerçekleştirilmesi önemlidir (Yazgı, Dumanoglu, Kuldemir, Aygün Dereli, Masoumi, 2012). Ayrıca makineli hasat sırasında uygun elek seçiminin yapılmaması tohumların zarar görmesine ve depolama koşullarına bağlı olarak da ürün kayıplarına neden olabilmektedir. Bunların yanında temizleme, paketleme gibi ürün işleme basamaklarında da yine tohumluk ölçülerine göre tercihlerin yapılması gerekmektedir. Bunların yanında yapılan ıslah çalışmalarında tohumlara ait bilgiler arasında bu çalışmada incelenen temel özellikler belirtilmektedir. Bu nedenle, çalışma içerisinde incelenen parametrelere bağlı olarak elde edilen veriler ile hem üreticilerin hem de bu konuda araştırma yapan üreticilere katkı sağlaması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 2022 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne bağlı Biyosistem ve Tarla Bitkileri Bölümlerine ait laboratuvarlarda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak üreticiler tarafından tercih edilen altı farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidi (Caner, Hasanbey, İnci, Onur, Seçkin ve Sezgin) kullanılmıştır. 2021 sezonuna ait olan tohumlar

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Tohumların çimlenme kapasitesi %99-100 aralığındadır. Tohumlara ait uzunluk (mm), genişlik (mm), yüzey alanı (mm<sup>2</sup>), ortalama aritmetik çap (mm), geometrik çap (mm), küresellik ve yüz tane ağırlıkları (g) incelenmiştir (Dumanoglu, Çağan, Kökten, 2021). Tohumlara ait bu özellikler değerlendirilerek tohumların geometrik ve şekil özellikleri belirlenmektedir.

Çizelge 1. Tohumların geometrik ve şekil özelliklerine göre sınıflandırılması (Yağcıoğlu, 2015)

| Geometrik özelliklerine göre tohumlar | Tane genişliği/Tane uzunluğu (b/a) (mm)      |
|---------------------------------------|--|
| Uzun                                  | <0.6   |
| Orta                                  | 0.6 – 0.7                                    |
| Kısa                                  | > 0.7  |
| Şekil özelliklerine göre tohumlar     | Uzunluk (a), Genişlik (b), Kalınlık (c) (mm) |
| Yuvarlak                              | a ≈ b ≈ c                                    |
| Oval                                  | a/3 < b ≈ c                                  |
| Uzun                                  | c < b < a/3                                  |

Uzunluk (mm), genişlik (mm) ve yüzey alanı (mm<sup>2</sup>) gibi özellikleri belirlemek için her bir tohum çeşidinden rastgele olacak şekilde 100'er adet tohum seçildikten sonra kendine özel yazılımı olan bir stereo mikroskop (Nikon SMZ 745T) aracılığı ile ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir (Dumanoglu, Çağan, Kökten, 2022). Buradan elde edilen veriler kullanılarak tohumların ortalama aritmetik çap (mm), ortalama geometrik çap (mm) ve küresellik değerleri

Eşitlik 1-3 kullanılarak hesaplanmıştır (Mohsenin, 1970; Alayunt, 2000; Kara, 2012). Altı farklı çeşide ait yüz tane ağırlıkları ise rastgele olacak şekilde alınan tohumlardan 4 tekerrürlü olacak şekilde 0.001 g hassasiyetli terazi ile belirlenmiştir (Dumanoglu ve Geren, 2020). Elde edilen tüm veriler, SPSS v.22 istatistik paket programına aktarıldıktan sonra p<0.05 önemlilik düzeyinde TUKEY testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

Ortalama Aritmetik Çap:

$$D: (L + W)/2 \quad (1)$$

D: Tohuma ait ortalama aritmetik çap (mm)

L: Tohuma ait uzunluk değeri (mm)

W: Tohuma ait genişlik değeri (mm)

Ortalama Geometrik Çap:

$$D_0: (L * D^2)^{1/3} \quad (2)$$

D<sub>0</sub>: Tohuma ait ortalama geometrik çap (mm)

L: Tohuma ait uzunluk değeri (mm)

D: Tohuma ait ortalama aritmetik çap (mm)

Küresellik:

$$\Phi: D_0/L \quad (3)$$

Φ : Tohumun küresellik değeri

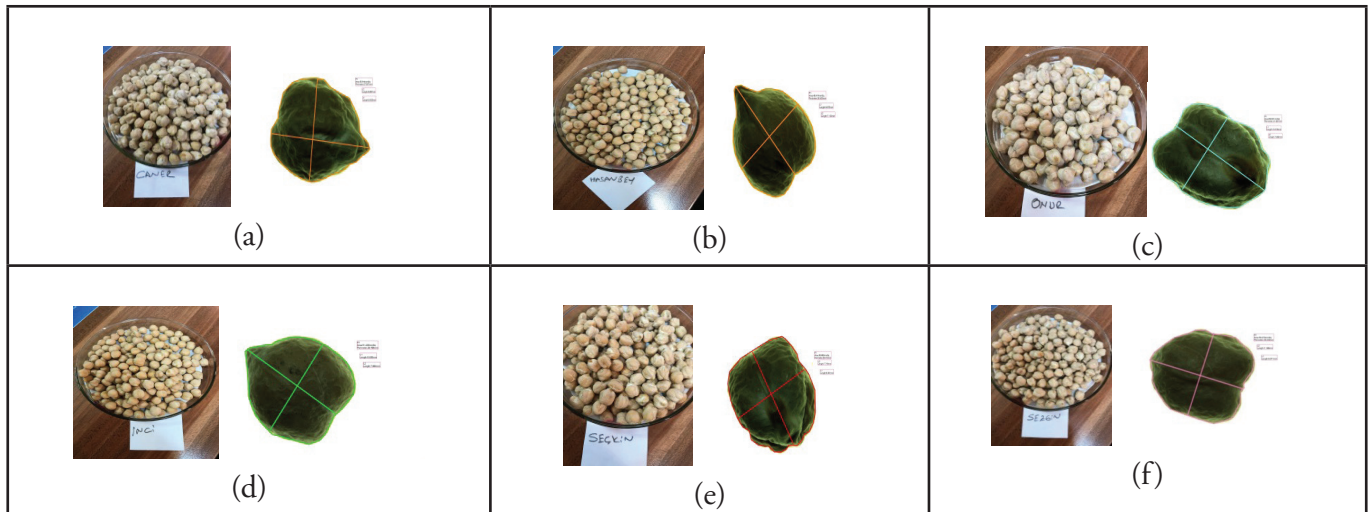
D<sub>0</sub> : Tohum ortalama geometrik çap (mm)

L : Tohum uzunluğu (mm)

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen Caner, Hasanbey, İnci, Onur, Seçkin ve Sezgin nohut çeşitlerine ait tane tipleri Şekil 1’de verilmiştir. Tohumların rengi beyaz, sarımsı beyaz olmakla birlikte Adak (2021)’ın belirttiği renk özelliklerine uymaktadır. Elde edilen verilere göre; tohumların ortalama 8,986 mm uzunluk, 7.721 mm genişlik, 55.702 mm<sup>2</sup> yüzey alan, 8.353 mm aritmetik çap, 214.771 mm geometrik çap, 23.425 küresellik ve 42.082 g yüz tane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). İncelenen altı farklı nohut çeşidi geometrik ve şekil özellikleri bakımından değerlendirildiğinde tümünün kısa ve oval bir tohum yapısına sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle bu tohumlar için; en iri (9 mm) ve iri (8-9 mm) elek ve sistemlerinin kullanılması tohumların zarar görmeden temizlenmelerine olanak sağlayacaktır.

İstatistiki olarak Onur çeşidinin diğer çeşitlerden önde olduğu, Caner ve Seçkin çeşitlerinin aynı grup altında onu takip ettiği sonrasında Sezgin çeşidi gelirken İnci ve Hasanbey çeşitlerinin ise aynı grup içerisinde yer aldığı saptanmıştır. Çeşitlerin istatistiki olarak yer aldıkları grupları incelediğimizde; uzunluk açısından Caner ile Seçkin ve Hasanbey ile İnci aynı grup içerisinde; genişlik bakımından ise, Caner, İnci ve Sezgin çeşitleri benzer grup içerisinde yer almıştır. Yüzey alanlarına göre ise, Caner ile Seçkin ve Hasanbey ile İnci aynı grup içerisinde; benzer durum ortalama aritmetik çapta, ortalama geometrik çapta ve küresellik de kayıt edilmiştir. İncelenen tüm parametrelerde Onur çeşidi diğer 5 farklı nohut çeşidine göre ön planda yer almıştır (Çizelge 2).



Şekil 1. Nohut çeşitlerine ait tohumların stereo mikroskop görüntüleri

(a: Caner; b: Hasanbey; c: Onur; d: İnci; e: Seçkin; f: Sezgin)

Çizelge 2. Nohut çeşitlerinin tohumlarına ait bazı fiziksel özellikler

| Tohum Özellikleri             | Caner                | Hasanbey             | İnci                 | Onur                 | Seçkin               | Sezgin               | Ortalama |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| Uzunluk (mm)                  | 9.391 <sup>b</sup>   | 8.067 <sup>d</sup>   | 8.117 <sup>d</sup>   | 10.180 <sup>a</sup>  | 9.490 <sup>b</sup>   | 8.671 <sup>c</sup>   | 8.986    |
| Genişlik (mm)                 | 7.897 <sup>b</sup>   | 7.260 <sup>d</sup>   | 7.510 <sup>c</sup>   | 8.300 <sup>a</sup>   | 7.847 <sup>b</sup>   | 7.511 <sup>c</sup>   | 7.721    |
| Yüzey alan (mm <sup>2</sup> ) | 58.622 <sup>b</sup>  | 46.875 <sup>d</sup>  | 48.849 <sup>d</sup>  | 68.907 <sup>a</sup>  | 58.204 <sup>b</sup>  | 52.755 <sup>c</sup>  | 55.702   |
| Ortalama Aritmetik Çap (mm)   | 8.644 <sup>b</sup>   | 7.663 <sup>d</sup>   | 7.813 <sup>d</sup>   | 9.240 <sup>a</sup>   | 8.669 <sup>b</sup>   | 8.091 <sup>c</sup>   | 8.353    |
| Ortalama Geometrik Çap (mm)   | 236.610 <sup>b</sup> | 159.662 <sup>d</sup> | 166.230 <sup>d</sup> | 293.672 <sup>a</sup> | 240.746 <sup>b</sup> | 191.704 <sup>c</sup> | 214.771  |
| Küresellik                    | 24.886 <sup>b</sup>  | 19.642 <sup>d</sup>  | 20.392 <sup>d</sup>  | 28.576 <sup>a</sup>  | 25.147 <sup>b</sup>  | 21.908 <sup>c</sup>  | 23.425   |
| Yüz Tane Ağırlığı (g)         | 42.860               | 34.880               | 35.940               | 57.570               | 42.780               | 38.460               | 42.082   |

Aynı satırda benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak p<0.05 önemlilik düzeyindeki önemli değildir.

Adak (2021), nohut bitkisindeki tohum sayısının bakla sayısına bağlı olduğuna vurgu yaparak tohumların tane uzunluğunun 4-12 mm, genişliğinin 4-8 mm arasında değiştiğini belirtmiştir. Çalışmada elde edilen veriler ile bu değerler örtüşmektedir. Biçer ve ark. (2017), kışlık tip on sekiz farklı nohut çeşidinde (9 adet ileri kademe, 1 adet yerel, 3 adet ICARDA genotipi ve 5 adet standart çeşit) tohumların soğuk ve antraknoza dayanıklılıklarının tohum pışme özelliklerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada tohumların 100 g ağırlıklarının ortalama 43.4 g olduğunu belirlemişlerdir. Güneş vd. (2022)'nin Kahramanmaraş koşullarında bazı ileri nohut genotiplerinin (11 hat ve 4 standart çeşit-Aksu, Arda, Aslanbey, Hasanbey) tarımsal özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada, tohumların ortalama yüz tane ağırlıklarının 39.96 g ile 50.70 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yapılan araştırma sonuçları ile bu çalışmalarda elde edilen veriler örtüşmektedir.

#### 4. SONUÇ

Günümüzde yaşanan gıda üretiminde ve temininde yaşanan sıkıntılar sebebiyle dayanıklı ve sevilerek tüketilen ürünler daha fazla gündeme gelmektedir. Nohut (*Cicer arietinum* L.), dünyada ve Türkiye'de kuru ve sulu arazi koşullarında üretilebilen yemeklik tane baklagil bitkisidir. Bu çalışmada, üreticiler tarafından tercih edilen altı farklı nohut çeşidine (Caner, Hasanbey, İnci, Onur, Seçkin ve Sezgin) ait tohumların bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. İncelenen parametreler sonucunda altı farklı nohut çeşidine ait tohumların fiziksel özelliklerin incelendiği bu çalışmada; Onur çeşidinin uzunluk, genişlik, yüzey alanı, ortalama aritmetik ve geometrik çap, küresellik ve yüz tane ağırlığı açısından diğer çeşitlere göre daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir. Onur çeşidine ait tohumları Caner ve Seçkin çeşidine ait tohumlar izlemiştir. Nohut tohumlarına ait en düşük fiziksel değerler ise Hasanbey, İnci ve Sezgin çeşitlerinden elde edilmiştir.

#### 5. AÇIKLAMALAR

Bu çalışmada incelenen altı farklı nohut çeşidinin temini için Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Araştırma ve yayın etiği göz önüne alınarak hazırlanan bu çalışmada, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

#### KAYNAKLAR

- Adak, M.S. (2021). Yemeklik Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1652, Ankara.
- Alayunt, F.N. (2000). Biyolojik Malzeme Bilgisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Ders Kitabı, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 541.
- Alajaji, S.A. and El-Adawy, T.A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. Journal of Food Composition and Analysis, 19(8), 806-812.
- Arumuganathan, K. and Earle, E.D. (1991). Nuclear DNA content of some important plants species. Plant Molecular Biology Reporter, 9(3), 208-218.
- Babaoğlu, M., (2003). Nohut ve Tarımı (*Cicer arietinum* L.), Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü., Edirne.
- Biçer, B.T., Akıncı, C. and Eker, S. (2017). Determination of Cold Stress, Anthracnose Disease and Seed Cooking Traits of Chickpea Winter Genotypes. El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi (ECJSE). 4(3):355-364.
- Choudhary, S., Gaur, R., Gupta, S. and Bhatia, S. (2012). EST derived genic molecular markers: development and utilization for generating an advanced transcript map of chickpea. Theoretical and Applied Genetics, 124(8), 1449-1458.
- Çevik, S. ve Değer, A. G. (2019). Mersin'de nohut üretimi ve kuraklığın nohut gelişimi üzerine etkileri. Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi 25-34 (1).
- Dumanoğlu, Z. and Geren, H. (2020). An Investigation on Determination of Seed Characteristics of Some Gluten-Free Crops (*Amarantus mantegazzianus*, *Chenopodium quinoa* Willd., *Eragrostis tef* [Zucc] Trotter, *Salvia hispanica* L.). Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 8(8), 1650-1655.



- Dumanoğlu, Z., Çağan, E. ve Kökten, K. (2021). Korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.) genotiplerine ait tohumların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. 6(1):18-24.
- Dumanoğlu, Z., Çağan, E. and Kökten, K. (2022). A Study on the determination of some morphological and physiological characteristics of broadcast vetch (*Vicia sativa* L.) Seeds. *MAS Journal*. 7(1):41-47.
- Eyidogan, F. ve Öz, M.T. (2007). Effect of salinity on antioxidant responses of chickpea seedlings. *Acta Physiol Plant*, 29: 485-493.
- FAO, (2016). Statistical databases. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi: 26 Mayıs 2018.
- Güneş, A. Tekatlı, M. Ertürk, E. and Kılınç, C. (2022). Investigation of Agricultural Characteristics in Some Advanced Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes in Kahramanmaraş Conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 9(1):119-131.
- Kara, M. (2012). Biyolojik Ürünlerin Fiziksel Özellikleri, Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 242.
- Millan, T., Winter, P., Jungling, R., Gil, J., Rubio, J., Cho, S., Cobos, M.J., Iruela, M., Rajesh, P.N., Tekeoglu, M., Kahl, G. and Muehlbauer, F.J. (2010). A consensus genetic map of chickpea (*Cicer arietinum* L.) based on 10 mapping populations. *Euphytica*, 175(2), 175-189.
- Mohsenin, N.N. (1970). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers.
- Singh, R., Sharma, P., Varshney, R.K., Sharma, S.K. and Singh, N.K. (2008). Chickpea improvement: Role of wild species and genetic markers. *Biotechnology & Genetic Engineering Reviews*, 25(1), 267-314.
- Şahin, N. and Gecit, H.H. (2006). The effects of different fertilizing methods on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 252-258.
- TUİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>, (Erişim tarihi: 05.04.2021).
- Ulukan, H. (2012). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Yaz Okulu Ders Notları: 6, Ankara.
- Yağcıoğlu, A. (2015). Ürün İşleme, Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No: 517, Genişletilmiş 2. Baskı.
- Yazgı, A., Dumanoğlu, Z., Kuldemir, N., Aygün Dereli, İ. and Masoumi, A. (2012). Determination of the machine performance for wheat seeding by pneumatic seed drill. *Journal of Agricultural Machinery Science*. 8(1): 35-40.

# Michele Palieri Sofralık Üzüm Çeşidinde Farklı Fenolojik Gelişim Aşamalarında Gerçekleştirilen Yaprak Alma ve Salkım Seyreltmenin Fitokimyasal Bileşenler Üzerine Etkisi

The Effect of Defoliation and Cluster Thinning on Phytochemical Components of Table Grapes at Different Phenological Development Stages


## ÖZET

Çalışmada, Tekirdağ ilinde bulunan 110R anacına aşılı Michele Palieri bağında omcalar üzerinde farklı fenolojik gelişim aşamalarında gerçekleştirilen yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının, üzüm tanelerinin fitokimyasal bileşenleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Deneme 2018-2019 ve 2019-2020 vejetasyon periyodlarında iki yıl süresince yürütülmüştür. Tane Tutumu (T), İri Koruk (İ), Ben Düşme (B) olmak üzere üç farklı fenolojik aşamada dört farklı uygulama Y1: Kontrol, Y2: Salkım Seyreltme, Y3: Yaprak Alma ve Y4: Salkım Seyreltme+Yaprak Alma yapılmıştır. Fitokimyasal bileşenleri ortaya koymak amacıyla: suda çözünebilir kuru madde oranı (%), toplam asitlik (g-tartarik asit/L), şıra pH'sı, toplam antosiyenin miktarı (mg/kg), toplam tanen miktarı (g/kg), toplam polifenol indeksi (TPI), toplam fenolik madde miktarı (g/kg) ve verim (kg/omca) belirlenmiştir. Sonuç olarak Tekirdağ ilinde Michele Palieri üzüm çeşidinde salkım seyreltme (Y2) uygulamasında toplam tanen, toplam polifenol indeksi ve toplam fenolik madde miktarı yüksek; ancak verimin en yüksek olduğu uygulama olan yaprak alma (Y3) en düşük toplam asitlik değerine ve dolayısıyla en düşük olgunluk indisi değerine sahip olmuştur. Yapılan uygulamaların suda çözünebilir kuru madde miktarı, pH ve  $\text{pH}^2 \times \text{°Brix}$  değerlerine etkisi saptanmamıştır. Öte yandan B fenolojik aşamasının çoğu kriterin yüksek olduğu aşama olduğu tespit edilmiştir.

### Sorumlu Yazar

**İlknur KORKUTAL**


ikorkutal@nku.edu.tr

 0000-0002-8016-9804

### Yazar

**Elman BAHAR**

ebahar@nku.edu.tr

 0000-0002-8842-7695

### Yazar

**Serhan AZSÖZ**

serhanazsoz@hotmail.com

 0000-0001-8960-035X

Gönderilme Tarihi :  
Kabul Tarihi :

30 Haziran 2022  
26 Aralık 2022

**Anahtar kelimeler:** Fitokimyasal bileşenler, michele palieri, salkım seyreltme, yaprak alma

### ABSTRACT

In this study, the effects of defoliation and cluster thinning applied on grapevines at different phenological development stages on phytochemical components in the 110R rootstock grafted on to Michele Palieri vineyard in Tekirdağ province were investigated. The experiment was carried out for two years in 2018-2019 and 2019-2020 vegetation periods. Three phenological stages; Berry Set (BS), Bunch Closure (BS), Veraison (V); 4 different applications with Y1: Control, Y2: Cluster Thinning, Y3: Defoliation and Y4: Cluster Thinning+Defoliation were done. In order to reveal the phytochemical components: total soluble solids (%), total acidity (g-tartaric acid/L), pH, total anthocyanins (mg/kg), total tannins (g/kg), total polyphenol index (TPI), total phenolic contents (g/kg), and yield (kg/vineyard) were determined. As a result, total tannin, total polyphenol index and total phenolic substance content are high in cluster thinning application (Y2) of cv. Michele Palieri in Tekirdağ; however, defoliation application (Y3) with the highest yield, had the lowest total acidity value and therefore the lowest maturity index value. The effects of the applications on the total soluble solids, pH and pH<sub>2</sub> x °Brix values were not determined. On the other hand, it has been found that the B phenological stage is the period where most of the criteria are high.

**Key words:** M. Palieri, defoliation, cluster thinning, phytochemical components.

### GİRİŞ

Bağcılıkta, gelişme dönemi içinde yapılan uygulamalar ile kalite artışı elde edilmektedir. Özellikle yüksek vigora (büyüme kuvveti) sahip üzüm çeşitlerinde, salkım bölgesinde yapılan uygulamalar tane kompozisyonu (Dami, Bordelon, Ferree, Brown, Ellis, Williams, Doohan, 2005) ve antioksidan özellikleri (Torres, Martinez-Lüscher, Porte, Yu, Kurtural, 2021) olumlu etkilemekte ve böylece üzüm kalitesinde artış sağlanmaktadır. Yaprak almanın tane tutumu ile iri koruk dönemi arasında gerçekleştirilmesi gerektiği; ben düşme dönemi öncesinde yapılması halinde

salkımlarda güneş yanıklığı olabileceği Skinkis (2016) tarafından belirtilmiştir. Araştırmacı tarafından, çiçeklenme ile iri koruk dönemleri arasında salkımların güneş yanıklığına dirençli olduğu, bunun da tanedeki yoğun fenolik maddeden kaynaklandığı vurgulanmıştır. Üzümün içindeki fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi nedeniyle insan sağlığına olumlu etkileri bulunduğu da bilinmektedir (Keskin, Gökçen, Kunter, Cantürk, Karadoğan, 2017).

Yaprak alma ile omcada üretim merkezi-tüketim merkezi (havuz-kaynak) dengesi kurulduğundan dolayı fotosentez kapasitesinin artacağı; Akdeniz İklim Kuşağı'nda yer alan bağlarda Temmuz ayı içerisinde yapılan bu işlemin üzüme kalite olarak yansıtacağı belirtilmiştir (Nicolosi, Continella, Gentile, Cicala, Ferlito, 2012). Alem, Rigou, Schneider, Ojeda, Torregrosa (2019), yaprak alma işlemi yapıldığında güneş ışığının bileşimi ve yoğunluğunun, sıcaklığın da etkisine bağlı olarak salkım iklimini etkileyen en önemli parametre olduğunu belirlemişlerdir. Bu işlemlerin çiçeklenme ile ben düşme dönemi arasında uygulanması Kliewer ve Bledsoe (1987) tarafından önerilmiştir. Skinkis (2016), salkım bölgesindeki yaprağın alınmasını, orta ve yüksek vigora sahip olan bağlarda yapılan önemli bir işlem olarak tanımlamış ve tane tutumu ile iri koruk dönemi arasında gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Brezilya'da Sauvignon Blanc üzüm çeşidinde yaprak alma uygulamalarıyla fenolik olgunluğun geliştirildiği belirtilmiş ve özellikle taneler saçma iriliği ile iri koruk aşamasında iken uygulama yapılmasının, üzüm kalitesini belirleyen önemli bir bileşen olduğu ifade edilmiştir (Würz, Allebran, Marcon Filho, de Bem, Brighenti, Rufato, Kretschmar, 2018). Çiçeklenme zamanında Kekfrankos üzüm çeşidinde yapılan yaprak almanın, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve toplam polifenol içeriğini 4 yıl boyunca değiştirmede; ancak toplam asitlik (TA), pH ve antosiyanin içeriğini bazı yıllarda değiştirdiği görülmüştür (Fazekas, Göblyös, Bisztray, Gy. Zanathy, 2012). Şiraz üzüm çeşidinde yaprak alma uygulamasından fenolik madde miktarlarının etkilenmediği belirlenmiştir (Ilgaz ve Çelik, 2020). Tekirdağ şartlarında ve Merlot üzüm çeşidinde; koltuk sürgünü alma işleminin arzu edilen SÇKM düzeyine ulaşma süresini, vejetasyondaki iklim şartlarına bağlı olarak etkileyeceği bildirilmiştir (Candar, Bahar, Korkutal, Alço, Gülcü, 2019).

Salkım seyreltme, tam olgunluktan önce çiçek ve salkımların kesilmesi olarak ifade edilir (Palliotti ve Cartechini, 2000). Bu şekilde omcanın havuz-kaynak dengesine doğrudan etki yapılarak daha az sayıda bırakılan salkıma fotosentez ürünlerinin doğrudan yönlendirilmesi sağlanmış olur (Alem vd., 2019). Kısacası bu işlem bir çeşit verim (Fazekas vd., 2012) ve üzüm kalitesi (Wang, Hec, Chena, Hea, Chen, Cai, Duan, Wang, 2018) dengeleme yöntemidir. Narince üzüm çeşidinde sıra özellikleri açısından %30 salkım seyreltmenin en uygun oran olduğu tespit edilmiştir (Bekar ve Cangı, 2018). Pinot Noir üzüm çeşidinde farklı zamanlarda salkım seyreltmenin SÇKM, titre edilebilir asit ve fenolik maddeleri artırma yönünde etki yaptığı belirlenmiştir (Mawdsley, Peterson, Casassa, 2019). Syrah ve Tempranillo üzüm çeşitlerine üç yıl boyunca salkım seyreltme uygulayan Gil-Munoz, Vila-Lopez, Fernandez-Fernandez, Martínez-Cutillas (2009) üzüm kalitesinin arttığını ve bunun yanında üzümlerin yüksek antosiyanin ve toplam polifenol içeriğine sahip olduğunu kaydetmişlerdir. Ancak araştırmacılar bu durum ile ilgili bir genelleme yapılamayacağını; yüksek kaliteyi yakalamada o yılın iklim koşullarının (özellikle düşük yağış) çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. Diğer bir çalışmada dört yıl boyunca sürgün başına bir salkım kalacak şekilde ve taneler bezelye iriliğindeyken yapılan salkım seyreltmenin, Kekfrankos çeşidinde SÇKM ve toplam polifenol içeriğini değiştirmedığı ancak bazı yıllarda TA, pH, ve antosiyanin içeriğini değiştirdiği görülmüştür (Fazekas vd., 2012). Şili’de sıcak bölgede yetiştirilen çeşitlerde (Cabernet-Sauvignon ve Carmenere) ve soğuk bölgede yetiştirilen çeşitlerde (Cabernet-Sauvignon ve Pinot Noir) salkım seyreltmenin verimin yüksek olduğu dönemde fenolik bileşik artışına etkide bulunduğu ancak verimin düşük olduğunda ise önemli bir etkide bulunmadığı kaydedilmiştir (Canon, Gonzales, Alcalde, Bordeu, 2014). Verdejo üzüm çeşidinde, salkım seyreltmenin verimi ve asit miktarını düşürdüğü belirlenmiştir (Vicente ve Yuste, 2015). Tekirdağ ili Şarköy ilçesinde yetiştirilen Sangiovese çeşidi omcalarına yapılan salkım seyreltme (%50) ile suda çözünebilir kuru madde miktarının arttığı belirlenmiştir (Bahar, Korkutal, Öner, 2018).

Yaprak alma ve salkım seyreltmenin birlikte yürütüldüğü araştırmalar da yapılmıştır. Örneğin erken dönemde yaprak alma ve salkım seyreltme yapılan Teran çeşidinde kontrolden daha düşük verim alınmıştır (%22 ve %37). Ayrıca hasat edilen üzümlerin suda çözünebilir kuru madde miktarının yükseldiği saptanmıştır. Yaprak alma ile toplam antosiyanin ile fenolik madde miktarının yükseldiği, bu çeşitte kalite için, salkım seyreltme yerine yaprak alma yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir (Bubola, Sivilotti, Janjanin, Poni, 2017). Salvi, Cataldo, Mattii (2017), Toskana’nın geleneksel üzüm çeşidi Foglia Tonda’a yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının verimi düşürdüğü saptamıştır. Ben düşme dönemi öncesi yapılan yaprak alma ve salkım seyreltmenin Ugni Blanc ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde toplam asitliği azalttığı, sıra pH’sını ise artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca salkım seyreltme ile fenolik içerik artışının yaprak almadan daha etkili olduğu kaydedilmiştir (Song, Wang, Xie, Zhang, 2018). Öte yandan Cabernet Sauvignon ve Probus üzüm çeşitlerinde farklı salkım seyreltme ve yaprak alma zamanlarının üzüm kalitesi için bir arada uygulanması tavsiye edilmiştir (Ivanisevic, Kalajdzic, Drenjancevic, Puskas, Korac, 2020). Ancak Iannini, Rivelli, Rotundo (2007), Aglianico çeşidinde bu iki uygulamanın antosiyanin ve tanen miktarlarını çok az artış yönünde etkilediğini belirlemişlerdir.

Yukarıda verilen literatür incelendiğinde; gerçekleştirilen uygulamalar ile uniform sonuçların ortaya çıkmadığı görülmektedir. Bu nedenle, Michele Palieri çeşidinde farklı fenolojik gelişim aşamalarında gerçekleştirilen yaprak alma ve salkım seyreltmenin fitokimyasal bileşenler üzerine etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu araştırma 2018-2019 ve 2019-2020 vejetasyon periyotlarında Michele Palieri/110R aşıkombinasyonundan oluşan bağda yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü o yaşındaki bağ Tekirdağ il sınırları içerisinde olup (41° 1’ 11.41” K ve 27° 39’ 49.14” D, 84 m rakım), dikim aralık mesafesi 2.5 x 1.5 m ve gövde yüksekliği ise 160 cm’dir. Terbiye şekli büyük T (170 cm)’dir.

## Yöntem

Tesadüf blokları deneme desenine göre tesis edilen araştırma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her parsel bir fenolojik gelişim dönemini içermektedir. Fenolojik gelişim aşamaları T (tane tutumu), İ (iri koruk) ile B (ben düşme) olarak sıralanmıştır (Lorenz, Eichhorn, Bleiholder, Klose, Meier, Weber, 1995). Araştırmada tane tutumu (EL 27): 06.06.2018-15.06.2019 tarihleri arasında; iri koruk (EL 31): 26.06.2018-05.07.2019 ve ben düşme (EL 35): 25.07.2018 03.08.2019 tarihleri arasında gerçekleşmiştir.

Ayrıca her alt parsele yaprak alma ve salkım seyreltme uygulanmıştır. Bunlar; Kontrol (Y1), Salkım Seyreltme (Y2), Yaprak Alma (Y3) ve Yaprak Alma+Salkım Seyreltme (Y4)'dir. Seçilen 72 omca ile deneme tesis edilmiş; tüm omcalarda sürgün uzunluğu 100-120 cm olduğunda, omca başına ortalama 23 sürgün ve ortalama 33 salkıma dengelenmiştir.

Y1 (Kontrol): Omcalara yaprak alma veya salkım seyreltme işlemleri yapılmamıştır.

Y2 (Salkım Seyreltme): Üç fenolojik gelişim aşamasında salkımların ½'si omcadan uzaklaştırılmış, yaprak alma yapılmamıştır.

Y3 (Yaprak Alma): Üç aşamada koltuk sürgünlerinin ilk 3-4 yaprağı ve ilk salkıma kadar olan ana yapraklar tamamen alınmış, salkımlar olduğu gibi bırakılmıştır.

Y4 (Yaprak Alma+Salkım Seyreltme): Tane tutumu, iri koruk ve ben düşme dönemlerinde koltuk sürgünlerinin ilk 3-4 yaprağı ve ilk salkıma kadar olan dip yapraklar alınmış ve salkımların %50'si uzaklaştırılmıştır.

İki yıllık deneme verilerinin değerlendirilmesinde istatistiki program olarak JMP kullanılmış ve yapılan değerlendirmelere ait farklılıklar LSD testi ( $p<0.05$ ) yapılarak ortaya konmuştur.

## Araştırmada İncelenen Kriterler

Analizler için hasat sırasında örnekleme yöntemiyle her bir uygulama ve fenolojik gelişim aşaması kombinasyonu için salkımların omuz kısmından 3, orta kısmından 2 ve uç kısmından 1 tane olmak üzere her salkım başına 6, asma başına 12 adet tane örneği alınmıştır. Üzüm taneleri

ezildikten sonra elde edilen üzüm suyu filtre kağıdı ile süzülmüştür.

Suda çözünebilir kuru madde oranı (SÇKM) ( $^{\circ}$ Brix) (%): Şıradan alınan örnekler bir el refraktometresi (ATC, BeyanLab Laboratuvar Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti., Türkiye) ile ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2007).

Toplam asitlik (g-tartarik asit/L): Titrasyon yöntemi ile (0,01N - NaOH) yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

Olgunluk İndisi (SÇKM/TA): SÇKM değeri TA değerine oranlanmıştır.

Şıra pH'sı: Dijital pH metre (HI 2210, Hanna Instruments, USA) ile ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2007).

$pH^2 \times ^{\circ}$ Brix: pH'nın karesi ile suda çözünebilir kuru madde miktarı çarpılmıştır.

Toplam antosiyanin miktarı (mg/kg): Spektrofotometre (UV Visible U-5100 Hitachi, Japan) ile belirlenmiştir (INRA, 2007).

Toplam tanen miktarı (mg/kg): Spektrofotometre (UV Visible U-5100 Hitachi, Japan) ile belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2007).

Toplam fenolik madde miktarı (g/kg): Folin Ciocalteu metodu ile hazırlanmış ve Spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (INRA, 2007)

Toplam polifenol indeksi (TPİ): Spektrofotometrik yöntemle okunmuştur (INRA, 2007).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Suda Çözünebilir Kuru Madde Oranı (SÇKM= $^{\circ}$ Brix) (%)

SÇKM oranı üzerine üç fenolojik gelişim döneminde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltmenin etkisi açısından YAE (Yıl Ana Etkisi) ve DAE (Dönem Ana Etkisi) istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) önemli olarak saptanmıştır. UAE (Uygulama Ana Etkisi)'nin SÇKM üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığı görülmüştür (Çizelge 1). YAE incelendiğinde 2019 yılının ( $15.85^{\circ}$ Brix) ilk grupta; 2018 yılının ise ( $13.25^{\circ}$ Brix) son önem grubunda olduğu belirlenmiştir. DAE açısından T döneminin ( $14.84^{\circ}$ Brix) birinci önem grubunda, B döneminin ( $14.63^{\circ}$ Brix) ikinci önem grubunda ve İ döneminin ise ( $14.20^{\circ}$ Brix) üçüncü önem grubunda olduğu bulunmuştur.



Çizelge 1. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının SÇKM üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |       |       |       | Ana Etkiler |                |                |
|-------|----------|-------------|-------|-------|-------|-------------|----------------|----------------|
|       |          | Y1          | Y2    | Y3    | Y4    | DAE         | YAE            |                |
| T     | 2018     | 13.87       | 13.40 | 13.60 | 12.47 | 14.84 a     | 13.25 B (2018) | 15.85 A (2019) |
|       | 2019     | 15.47       | 16.40 | 16.30 | 17.23 |             |                |                |
|       | Yıl Ort. | 14.67       | 14.90 | 14.97 | 14.85 |             |                |                |
| İ     | 2018     | 13.83       | 13.83 | 12.90 | 13.23 | 14.20 b     | 13.25 B (2018) | 15.85 A (2019) |
|       | 2019     | 15.90       | 15.40 | 14.30 | 14.17 |             |                |                |
|       | Yıl Ort. | 14.87       | 14.62 | 13.60 | 13.70 |             |                |                |
| B     | 2018     | 12.07       | 13.27 | 12.50 | 14.10 | 14.63 ab    | 13.25 B (2018) | 15.85 A (2019) |
|       | 2019     | 15.73       | 16.67 | 15.77 | 16.93 |             |                |                |
|       | Yıl Ort. | 13.90       | 14.97 | 14.13 | 15.52 |             |                |                |
| UAE   |          | 14.48       | 14.83 | 14.23 | 14.69 |             |                |                |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 0.50$ ; DAE  $p < 0.05 = 0.62$

Ugni Blanc ile Sauvignon Blanc çeşitlerinde, yaprak alma ve salkım seyreltmenin SÇKM'de fark yaratmadığı Song vd. (2018) tarafından belirlenmiştir. Benzer şekilde, araştırma bulguları Merlot (Kotseridis, Georgiadou, Tikos, Kallithraka, Koundouras, 2012) ve Cabernet-Sauvignon'da (Scafidi, Barbagallo, Pisciotta, Mazza, Downey, 2018; O'Brien, Collins, De Bei, 2021) yaprak almanın SÇKM üzerine etkisi olmadığı bulgusuyla paraleldir. Diğer yandan yapılan yaprak alma uygulamalarının Kekfrankos ve Turan çeşitlerinde SÇKM değerlerinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Fazekas vd., 2012). İstatistiki olarak önemli olmamakla birlikte aynı sonuç bu araştırmadan da alınmıştır, yaprak alma SÇKM değerini düşürmüştür. Ayrıca Verdejo (Vicente ve Yuste, 2015), Probus (Ivanisevic vd., 2020) ve Jumeigui (Xi, Zha, He, Tian, Jiang, 2020) üzüm çeşidinde salkım seyreltmenin, Syrah üzüm çeşidinde ana yaprakların alındığı uygulamanın (Korkutal, Bahar, Bayram, 2017), Vranac ile Cabernet-Sauvignon çeşitlerinde yaprak alma+salkım seyreltme uygulamalarının (Bogucevic, Maras, Mugosa, Kodzulavic, Raicevic, Sucur, Failla, 2015) SÇKM'yi artırdığı sonuçları mevcuttur. Bu bulgu ile araştırma bulgularının çeliştiği görülmüş ve durumun çeşit farkı, uygulanan kültürel işlemler, konum, vb. farkından kaynaklandığı yönünde değerlendirilmiştir.

#### Toplam Asitlik (TA) (g-tartarik asit/L)

Toplam asitlik (TA) üzerine YAE ve UAE ( $p < 0.05$ ) önemli etkide bulunduğu, DAE'nin ise önemli etkide

bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2). YAE incelendiğinde, 2018 yılı (2.60 g/L) birinci önem grubunda yer almış ve 2019 yılının (2.31 g/L) ise son önem grubunda yer aldığı görülmüştür. UAE'ne göre ilk grupta Y4 (2.56 g/L), Y1 (2.55 g/L) ve Y2 (2.51 g/L) uygulamaları; son grupta da Y3 (2.21 g/L)'ün olduğu tespit edilmiştir.

Yaprak alma+Salkım seyreltme, Sauvignon Blanc ve Ugni Blanc çeşitlerinde toplam asitlik değerlerini azaltmıştır (Song vd., 2018). Verdejo (Vicente ve Yuste, 2015) ve Cabernet-Sauvignon (Ivanisevic vd., 2020) üzüm çeşitlerinde salkım seyreltmenin TA değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Öte yandan çiçeklenme ve ben düşmede Kekfrankos ve Turan (Fazekas vd., 2012), Vranac (Bogucevic vd., 2015) ve Cabernet-Sauvignon (Scafidi vd., 2018; O'Brien vd., 2021) çeşitlerinde salkım bölgesinde yapılan yaprak alma; Jumeigui çeşidinde ise salkım seyreltmenin (Xi vd., 2020) TA üzerine etkide bulunmadığı belirlenmiştir. Syrah üzüm çeşidinde koltuk yaprakların alınmış olduğu uygulamada toplam asitliğin arttığı belirlenmiştir (Korkutal vd., 2017). Merlot (Kotseridis vd., 2012) ve Cabernet-Sauvignon çeşitlerinde (Bogucevic vd., 2015), yapılan yaprak alma uygulamaları sonucunda TA düzeyinin arttığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada Y3 (yaprak alma) uygulamasının TA düşürücü etki yaptığı, diğer uygulamaların aynı önem grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Daha önce yapılmış çalışmalar dikkate alındığında bireysel veya ikisi bir arada yapılan salkım seyreltme ve yaprak almanın; çeşit, iklim ve uygulama zamanından etkilendiği görülmüştür.

Çizelge 2. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının toplam asitlik (g-tartarik asit/L) üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |        |        |        | Ana Etkiler |                  |                  |
|-------|----------|-------------|--------|--------|--------|-------------|------------------|------------------|
|       |          | Y1          | Y2     | Y3     | Y4     | DAE         | YAE              |                  |
| T     | 2018     | 2.20        | 2.38   | 2.07   | 2.72   | 2.36        | 2.60 A<br>(2018) | 2.31 B<br>(2019) |
|       | 2019     | 2.57        | 2.57   | 2.20   | 2.20   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 2.38        | 2.48   | 2.13   | 2.46   |             |                  |                  |
| İ     | 2018     | 2.48        | 2.53   | 2.32   | 2.78   | 2.45        |                  |                  |
|       | 2019     | 2.23        | 2.53   | 1.57   | 3.13   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 2.36        | 2.53   | 1.94   | 2.96   |             |                  |                  |
| B     | 2018     | 3.55        | 2.78   | 2.78   | 2.63   | 2.56        |                  |                  |
|       | 2019     | 2.27        | 2.27   | 2.30   | 1.90   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 2.91        | 2.53   | 2.54   | 2.27   |             |                  |                  |
| UAE   |          | 2.55 a      | 2.51 a | 2.21 b | 2.56 a |             |                  |                  |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 0.23$ ; UAE  $p < 0.05 = 0.20$

### Olgunluk İndisi (SÇKM/TA)

Yapılan uygulamalar ve fenolojik dönemlerinin SÇKM/TA açısından etkisi YAE ve UAE bakımından ( $p < 0.05$ ) önemli, DAE'nin de önemsiz olduğu kaydedilmiştir

(Çizelge 3). YAE bakımından 2019 yılı 7.11 olgunluk indisi değerini almış, bunu 2018 yılı 5.29 değeriyle izlemiştir. UAE'ne göre ilk önem grubunda Y3 (8.04) uygulaması yer almış olup, Y1, Y2 ile Y4 uygulamalarının son önem grubunda yer aldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının SÇKM/TA üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |        |        |        | Ana Etkiler |                  |                  |
|-------|----------|-------------|--------|--------|--------|-------------|------------------|------------------|
|       |          | Y1          | Y2     | Y3     | Y4     | DAE         | YAE              |                  |
| T     | 2018     | 6.31        | 5.66   | 9.70   | 6.08   | 6.95        | 5.29 B<br>(2018) | 7.11 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 6.04        | 6.40   | 7.45   | 7.96   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 6.17        | 6.03   | 8.58   | 7.02   |             |                  |                  |
| İ     | 2018     | 7.72        | 9.08   | 7.84   | 7.47   | 7.43        |                  |                  |
|       | 2019     | 7.17        | 6.11   | 9.37   | 4.65   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 7.44        | 7.59   | 8.60   | 6.06   |             |                  |                  |
| B     | 2018     | 6.40        | 7.47   | 7.02   | 8.79   | 7.49        |                  |                  |
|       | 2019     | 7.00        | 7.39   | 6.88   | 8.94   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 6.70        | 7.43   | 6.95   | 8.86   |             |                  |                  |
| UAE   |          | 6.77 b      | 7.02 b | 8.04 a | 7.32 b |             |                  |                  |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 0.57$ ; UAE  $p < 0.05 = 0.60$

### Şıra pH'sı

Şıra pH'sı üzerine YAE ve DAE istatistiki açıdan  $p < 0.05$ 'e göre önemli etki yapmıştır (Çizelge 4). Yıl Ana Etkisi açısından 2019 yılının (5.1) öne çıktığı görülmüştür. 2018 yılının (4.55) ise bunu izlediği görülmüştür. DAE açısından İ (4.87) ile B (4.85) fenolojik dönemlerinin en yüksek değeri olarak aynı grupta; T döneminin ise (4.77) en düşük değeri olarak son önem grubunda olduğu belirlenmiştir.

Verdejo üzüm çeşidiyle (Vicente ve Yuste, 2015) benzer şekilde salkım seyreltme şıra pH değerine önemli etki yapmamıştır. Kekfrankos ile Turan (Fazekas vd., 2012) ve Syrah (Korkutal vd., 2017) üzüm çeşidinde yaprak alma uygulamalarıyla pH değerlerinde azalma yaşanmıştır. Ugni Blanc ile Sauvignon Blanc çeşitlerinde, yaprak alma ve salkım seyreltmenin şıranın pH değerlerini artırdığı belirlenmiştir (Song vd., 2018). Yapılan çalışmadaki farklı uygulamaların pH değerlerini önemli derecede değiştirmedeği, ayrıca İ ve B döneminde en yüksek pH değeri alındığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının şıra pH'sı üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |      |      |      | Ana Etkiler |                  |                  |
|-------|----------|-------------|------|------|------|-------------|------------------|------------------|
|       |          | Y1          | Y2   | Y3   | Y4   | DAE         | YAE              |                  |
| T     | 2018     | 4.49        | 4.40 | 4.56 | 4.66 | 4.77 b      | 4.55 B<br>(2018) | 5.10 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 5.18        | 4.89 | 4.87 | 5.11 |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 4.84        | 4.64 | 4.72 | 4.89 |             |                  |                  |
| İ     | 2018     | 4.62        | 4.62 | 4.55 | 4.57 | 4.87 a      | 4.55 B<br>(2018) | 5.10 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 5.02        | 4.81 | 5.57 | 5.18 |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 4.82        | 4.72 | 5.06 | 4.88 |             |                  |                  |
| B     | 2018     | 4.54        | 4.57 | 4.55 | 4.52 | 4.85 a      | 4.55 B<br>(2018) | 5.10 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 5.14        | 5.34 | 4.99 | 5.13 |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 4.84        | 4.96 | 4.77 | 4.83 |             |                  |                  |
| UAE   |          | 4.83        | 4.77 | 4.85 | 4.86 |             |                  |                  |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 0.04$ ; DAE  $p < 0.05 = 0.04$

### pH<sup>2</sup> x °Brix

Şıradaki pH<sup>2</sup> x °Brix üzerine YAE ( $p < 0.05$ ) önemli; diğer ana etkilerin de istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığı görülmüştür (Çizelge 5). YAE açısından

2019 yılı (413.22) öne çıkmış, bunu 2018 yılının (274.52) takip ettiği kaydedilmiştir. Tekirdağ koşullarında Merlot çeşidinde (Candar vd., 2019) yaprak almanın pH<sup>2</sup> x °Brix değerine önemli etkide bulunmadığı ifadesiyle benzer sonuç alınmıştır.

Çizelge 5. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının pH<sup>2</sup> x °Brix üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |        |        |        | Ana Etkiler |                    |                    |
|-------|----------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------------------|--------------------|
|       |          | Y1          | Y2     | Y3     | Y4     | DAE         | YAE                |                    |
| T     | 2018     | 280.09      | 258.98 | 283.18 | 264.66 | 341.54      | 274.52 B<br>(2018) | 413.22 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 415.75      | 390.90 | 387.28 | 451.49 |             |                    |                    |
|       | Yıl Ort. | 347.92      | 324.94 | 335.23 | 358.07 |             |                    |                    |
| İ     | 2018     | 295.61      | 295.73 | 267.31 | 276.79 | 339.94      | 274.52 B<br>(2018) | 413.22 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 401.53      | 356.07 | 445.64 | 380.87 |             |                    |                    |
|       | Yıl Ort. | 348.57      | 325.90 | 356.48 | 328.83 |             |                    |                    |
| B     | 2018     | 248.33      | 277.69 | 258.50 | 287.39 | 350.13      | 274.52 B<br>(2018) | 413.22 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 416.37      | 473.24 | 392.55 | 446.97 |             |                    |                    |
|       | Yıl Ort. | 332.35      | 375.47 | 325.33 | 367.18 |             |                    |                    |
| UAE   |          | 342.95      | 342.10 | 339.08 | 351.36 |             |                    |                    |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 12.19$

### Toplam Antosiyanin Miktarı (mg/kg)

Çizelge 6'da toplam antosiyanin miktarına, yapılan uygulamaların ve dönemlerinin etkileri (UAE ve DAE) istatistiki olarak önemli; yıl etkisinin ise (YAE) önemsiz olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Y2 (248.03 mg/kg) uygulaması ve Y3 (222.48 mg/kg) uygulamasının ilk grupta; Y4 (172.03 mg/kg) uygulaması ile Y1 (164.41 mg/kg) uygulamasının diğer grupta olduğu belirlenmiştir. DAE açısından ise sırasıyla İ dönemi (243.51 mg/kg), B dönemi (198.32 mg/kg) ve T dönemi (163.37 mg/kg) şeklinde üç ayrı grupta sıralanmıştır.

İri koruk döneminde (Wang vd., 2018) salkım seyreltmenin (Canon vd., 2014; Ivanisevic vd., 2020; Torres vd. 2021) antosiyanin miktarını artırdığı bulgularıyla Y2

uygulamasında benzer sonuca erişilmiştir. Kekfrankos ve Turan (Fazekas vd., 2012) çeşitlerinde çiçeklenme döneminde ve Cabernet-Sauvignon (O'Brien vd., 2021) çeşidinde yaprak alma uygulamalarının antosiyanin içeriği bakımından fark yaratmadığı belirlenmiştir. Ayrıca bu araştırma bulguları Merlot ve Cabernet-Sauvignon üzüm çeşitlerinde yaprak alma ile antosiyanin miktarının kontrole nazaran arttığı (Kotseridis vd., 2012) bulgusuyla da uyum içindedir. Ancak, Vranac ve Cabernet-Sauvignon çeşitlerinde yaprak alma+salkım seyreltme ile antosiyanin miktarının arttığı bulgusuyla sonuçlar çelişmektedir (Bogucevic vd., 2015). Bunun sebebinin konum, uygulanan kültürel işlemler, farklı çeşit kullanımı vb. kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.



Çizelge 6. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının toplam antosiyanin miktarı (mg/kg) üzerine etkisi

| Dönem      | Yıl      | Uygulamalar |          |          |          | Ana Etkiler |                  |                  |
|------------|----------|-------------|----------|----------|----------|-------------|------------------|------------------|
|            |          | Y1          | Y2       | Y3       | Y4       | DAE         | YAE              |                  |
| T          | 2018     | 162.60      | 196.67   | 150.21   | 103.75   | 163.37<br>C | 195.89<br>(2018) | 207.57<br>(2019) |
|            | 2019     | 190.47      | 243.13   | 204.41   | 55.74    |             |                  |                  |
|            | Yıl Ort. | 176.54      | 219.90   | 177.31   | 79.75    |             |                  |                  |
| İ          | 2018     | 156.40      | 331.40   | 264.81   | 209.06   | 243.51<br>A |                  |                  |
|            | 2019     | 74.33       | 303.52   | 315.91   | 292.68   |             |                  |                  |
|            | Yıl Ort. | 115.37      | 317.46   | 290.36   | 250.87   |             |                  |                  |
| B          | 2018     | 173.44      | 221.44   | 188.93   | 192.02   | 198.32<br>B |                  |                  |
|            | 2019     | 229.19      | 192.02   | 210.61   | 178.90   |             |                  |                  |
|            | Yıl Ort. | 201.31      | 206.73   | 199.77   | 185.46   |             |                  |                  |
| <b>UAE</b> |          | 164,41 b    | 248,03 a | 222,48 a | 172,03 b |             |                  |                  |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

DAE  $p < 0.05 = 25.90$ ; UAE  $p < 0.05 = 25.67$

#### Toplam Tanen Miktarı (g/kg)

İstatistiki olarak UAE ve DAE'nin toplam tanen miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 7). İlk önem grubunda Y2 uygulamasının (4.16 g/kg), ikinci önem grubunda Y1 (4.03 g/kg) ve Y3 (3.84 g/kg) uygulamalarının ve üçüncü önem grubunda da Y4 (3.73 g/kg) uygulamasının olduğu tespit edilmiştir. DAE açısından sıralandığında; B dönemi (4.26 g/kg) birinci, İ

dönemi (3.92 g/kg) ikinci ve T dönemi (3.63 g/kg) üçüncü grupta olmuştur. Ben Düşme döneminde yapılan salkım seyreltmenin toplam tanen miktarını artıran manipülasyon olduğu kaydedilmiştir. Cabernet-Sauvignon çeşidinde yapılan yaprak almanın toplam tanen değerlerine etkide bulunmadığı belirlenmiştir (O'Brien vd., 2021). Bu bulgu ile araştırma bulguları uyum içinde bulunmamaktadır, sebebinin Avustralya'nın terroir özellikleri olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 7. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının toplam tanen miktarı (g/kg) üzerine etkisi

| Dönem      | Yıl      | Uygulamalar |        |         |        | Ana Etkiler |                |                |
|------------|----------|-------------|--------|---------|--------|-------------|----------------|----------------|
|            |          | Y1          | Y2     | Y3      | Y4     | DAE         | YAE            |                |
| T          | 2018     | 3.87        | 3.55   | 3.76    | 3.67   | 3.63 C      | 4.03<br>(2018) | 3.84<br>(2019) |
|            | 2019     | 3.74        | 3.20   | 3.68    | 3.58   |             |                |                |
|            | Yıl Ort. | 3.81        | 3.37   | 3.72    | 3.62   |             |                |                |
| İ          | 2018     | 3.63        | 4.22   | 3.39    | 3.83   | 3.92 B      |                |                |
|            | 2019     | 4.50        | 3.94   | 4.07    | 3.79   |             |                |                |
|            | Yıl Ort. | 4.06        | 4.08   | 3.73    | 3.81   |             |                |                |
| B          | 2018     | 4.50        | 5.72   | 4.62    | 3.66   | 4.26 A      |                |                |
|            | 2019     | 3.94        | 4.32   | 3.52    | 3.82   |             |                |                |
|            | Yıl Ort. | 4.22        | 5.02   | 4.07    | 3.74   |             |                |                |
| <b>UAE</b> |          | 4.03 ab     | 4.16 a | 3.84 ab | 3.73 b |             |                |                |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

DAE  $p < 0.05 = 0.23$ ; UAE  $p < 0.05 = 0.34$

### Toplam Polifenol İndeksi (TPİ)

İstatistiki olarak  $p < 0.05$  seviyesinde YAE, UAE ve DAE toplam polifenol indeksi üzerine önemli etki yapmıştır (Çizelge 8). Yıl Ana Etkisi açısından 2019 ve 2018 yılı şeklinde sıralanmıştır. Uygulamalar açısından; ilk grupta Y2 (7.32) ve Y4 (7.08), son grupta ise Y1 (6.49) ve Y3 (6.12)'ün olduğu tespit edilmiştir. Toplam polifenol indeksi açısından en yüksek TPİ değeri İ döneminden (7.53) alınmış, bunu aynı grupta yer alan B (6.59) ve T (6.13) dönemleri izlemiştir.

Kekfrankos ve Turan çeşitlerinde çiçeklenme döneminde (Fazekas vd., 2012) yaprak alma TPİ'ni

etkilememiştir. Sauvignon Blanc üzüm çeşidinde tam çiçeklenme döneminde yapılan yaprak alma (Würz, De Bem, Allebran, Marcon Filho, Brighenti, Ouacemane, Rufato, Kretzschmar, 2017) ve Syrah üzüm çeşidinde koltuk yapraklarını alma (Korkutal vd., 2017) en yüksek TPİ değerini vermiştir. Vranac ile Cabernet-Sauvignon çeşitlerinde yaprak alma+salkım seyreltme uygulamalarının TPİ'ni etkilemediği Bogucevic vd. (2015) tarafından ortaya konmuştur. Araştırmada Y2 ve Y4 uygulamalarında toplam polifenol miktarının yüksek olduğu belirlenmiş, diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum sağlanamamıştır. Bunun çeşit kökenli olabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 8. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının toplam polifenol indeksi üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |        |        |        | Ana Etkiler |                  |                  |
|-------|----------|-------------|--------|--------|--------|-------------|------------------|------------------|
|       |          | Y1          | Y2     | Y3     | Y4     | DAE         | YAE              |                  |
| T     | 2018     | 4.93        | 4.05   | 5.38   | 6.72   | 6.13 B      | 5.93 B<br>(2018) | 7.57 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 7.80        | 7.13   | 6.53   | 6.48   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 6.37        | 5.59   | 5.96   | 6.60   |             |                  |                  |
| İ     | 2018     | 6.83        | 7.20   | 5.37   | 6.80   | 7.53 A      | 5.93 B<br>(2018) | 7.57 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 9.62        | 9.08   | 8.25   | 7.12   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 8.23        | 8.14   | 6.81   | 6.96   |             |                  |                  |
| B     | 2018     | 4.18        | 6.63   | 5.02   | 8.07   | 6.59 B      | 5.93 B<br>(2018) | 7.57 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 5.60        | 9.82   | 6.17   | 7.27   |             |                  |                  |
|       | Yıl Ort. | 4.89        | 8.23   | 5.59   | 7.67   |             |                  |                  |
| UAE   |          | 6.49 b      | 7.32 a | 6.12 b | 7.08 a |             |                  |                  |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 0.46$ ; UAE  $p < 0.05 = 0.52$ ; DAE  $p < 0.05 = 0.57$

### Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/kg)

Tüm ana etkiler ( $p < 0.05$  seviyesinde) toplam fenolik madde miktarına önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 9). Toplam fenolik madde miktarına etkisi bakımından 2019 yılının (435.90 mg/kg) birinci sırada yer aldığı bulunmuştur. UAE bakımından Y2 (404.23 mg/kg) ve Y1 (403.02 mg/kg) ilk; Y4 (363.91 mg/kg) ikinci ve Y3 (326.37 mg/kg) uygulaması ise son önem grubundadır. En yüksek fenolik madde miktarı B (396.31 mg/kg) dönemidir. Bunu sırasıyla T (368.08 mg/kg) ve İ dönemi (358.75 mg/kg) izlemiştir.

Yüksek fenolik madde içeriği Sangiovese çeşidinde ilk 6 boğumdaki koltuk yaprakları alınan uygulamada

tespit edilmiştir (Kotseridis vd., 2012). Benzer şekilde çiçeklenmeden 72 gün sonra (Sauvignon Blanc) gerçekleştirilen yaprak alma fenolik madde miktarını iyileştirmiştir (Yue, Ju, Tang, Zhao, Jiao, Zhang, 2019). Yüksek verimli sezonlarda yapılan salkım seyreltme Pinot Noir ve Cabernet-Sauvignon çeşitlerinde fenolik bileşenleri artırmıştır (Canon vd., 2014). Yaprak alma ve salkım seyreltmenin Teran çeşidinde fenolik maddeyi artırdığı, ancak bu artışın salkım seyreltmeden çok yaprak alma ile yükseldiği belirlenmiştir (Bubola vd., 2017). Yapılan çalışmada fenolik madde içeriğinin; salkım seyreltmenin (Y2) ben düşme aşamasında yapılmasıyla arttığı saptanmıştır.

Çizelge 9. Farklı dönemlerde yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının toplam fenolik madde (mg/kg) üzerine etkisi

| Dönem | Yıl      | Uygulamalar |          |          |              | Ana Etkiler  |                    |                    |
|-------|----------|-------------|----------|----------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|
|       |          | Y1          | Y2       | Y3       | Y4           | DAE          | YAE                |                    |
| T     | 2018     | 349.22      | 301.26   | 305.26   | 253,24       | 368,08<br>AB | 312.85 B<br>(2018) | 435.90 A<br>(2019) |
|       | 2019     | 583.88      | 395.92   | 323.93   | 431,91       |              |                    |                    |
|       | Yıl Ort. | 466.55      | 348.59   | 314.60   | 342,58       |              |                    |                    |
| İ     | 2018     | 341.25      | 329.23   | 211.95   | 283,94       | 358.75<br>B  |                    |                    |
|       | 2019     | 351.93      | 435.91   | 459.90   | 455,91       |              |                    |                    |
|       | Yıl Ort. | 346.59      | 382.57   | 335.93   | 369,92       |              |                    |                    |
| B     | 2018     | 303.93      | 431.17   | 321.23   | 322,55       | 396.31<br>A  |                    |                    |
|       | 2019     | 487.90      | 531.89   | 335.93   | 435,91       |              |                    |                    |
|       | Yıl Ort. | 395.92      | 481.53   | 328.58   | 379,23       |              |                    |                    |
| UAE   |          | 403,02 a    | 404.23 a | 326.37 b | 363.91<br>ab |              |                    |                    |

DAE: Dönem Ana Etkisi, YAE: Yıl Ana Etkisi, UAE: Uygulama Ana Etkisi

YAE  $p < 0.05 = 29.46$ ; UAE  $p < 0.05 = 42.86$ ; DAE  $p < 0.05 = 36.08$

### Omca başına verim (kg/omca)

Yapılan uygulama ve dönemlerinin asma başına verim üzerine etkileri incelendiğinde YAE ve UAE'nin ( $p < 0.05$ ) istatistiki olarak önemli, DAE'nin de önemsiz bulunduğu Korkutal, Bahar, Azsöz (2021) tarafından belirtilmiştir. Yıllar açısından 2018 yılı veriminin 2019 yılından yüksek olduğu saptanmıştır. Verimin yıllar arasında farklı olmasının sebebi 2018 yılında yapılan uygulamaların etkisinin 2019 vejetasyon periyodunda görülmesidir. Bilindiği üzere kışlık gözlerin verimi bir yıl önce belirlenmektedir. UAE bakımından birinci önem grubunda Y1 (18.71 kg/omca) ile Y3 (17.66 kg/omca) olurken; Y2 (13.66 kg/omca) ikinci önem grubunda ve Y4 (9.89 kg/omca) uygulamasının ise son grupta olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada Y4 uygulaması ile T döneminde (13.93 kg/omca) verimin diğer uygulamalar ve dönemlere göre düştüğü, önceki çalışmalarla benzer etkiyi gösterdiği belirlenmiştir (Korkutal vd., 2021).

### SONUÇ

Fitokimyasal bileşenler açısından değerlendirildiğinde 2019 yılının 2018 yılından daha olumlu etkiler yaptığı saptanmıştır.

SÇKM, pH,  $pH^2 \times \text{°Brix}$  değerleri istatistiki olarak

uygulamalardan etkilenmemiştir. En düşük toplam asitlik değeri, yaprak alma (Y3) uygulamasından elde edilmiş; bu nedenle en yüksek SÇKM/TA değeri veren uygulama olmuştur. Verimin en yüksek olduğu uygulama da Y3'tür. Toplam antosiyanin değerini Y2 ve Y3 uygulamaları birlikte yükseltmiştir. Ayrıca Y2 (salkım seyreltme) uygulamasında toplam tanen, toplam polifenol indeksi ve toplam fenolik madde miktarı yüksek bulunmuştur.

Ben düşme döneminde pH, toplam tanen, toplam fenolik madde miktarı istatistiki olarak önemli derecede yükselmiştir. Ayrıca istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte toplam asitlik, SÇKM/TA,  $pH^2 \times \text{°Brix}$  ve verim değerleri de rakamsal olarak diğer dönemlerden yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Öte yandan iri koruk aşamasının toplam antosiyanin miktarını olumlu etkilediği saptanmıştır.

Sonuç olarak Michele Palieri sofralık üzüm çeşidinde salkım seyreltme uygulamalarının verimi düşürdüğü, ancak kaliteyi artırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle; ben düşme (B) döneminde düşük verim ancak yüksek kalite isteniyorsa salkım seyreltme (Y2), kalite parametrelerinin daha düşük verimin daha yüksek olması isteniyorsa yaprak alma (Y3) uygulaması tercihi yapılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Serhan AZSÖZ'ün Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir. İki yıl boyunca bağında deneme yürütmemize olanak sağlayan Sayın Reşat KOŞAR'a teşekkür ederiz.

## AÇIKLAMA

Çalışmanın yürütülmesi ve sonuçların yazılması esnasında araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Herhangi bir "çıkar çatışması" bulunmamaktadır. Araştırmada "katkı oranına" göre yazar sıralamasına uyulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Alem, H., Rigou, P., Schneider, R., Ojeda, H., Torregrosa, L. 2019. Impact of agronomic practices on grape aroma composition: a review. *J. Sci. Food Agric.* 99: 975-985. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9327>
- Bahar, E., Korkutal, İ., Öner, H. 2018. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde farklı kültürel işlemlerin şıra özellikleri üzerine etkileri. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences* 32 (1): 1-7.
- Bekar, T., Cangi, R. 2018. Narince üzüm çeşidinde verim ve şıra kompozisyonu üzerine salkım seyreltmenin etkileri. *Bahçe* 47: 605-612 (Özel Sayı 1: Türkiye 9. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu).
- Bogucevic, M., Maras, V., Mugosa, M., Kodzulavic, V., Raicevic, J., Sucur, S., Failla, O. 2015. The effects of early leaf removal and cluster thinning treatments on berry growth and grape composition in cultivars Vranac and Cabernet Sauvignon. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 2(13): 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40538-015-0037-1>
- Bubola, M., Sivilotti, P., Janjanin, D., Poni, S. 2017. Early leaf removal has a larger effect than cluster thinning on grape phenolic composition in cv. Teran. *American J Enol Vitic.* 68:234-242. <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.16071>
- Candar, S., Bahar, E., Korkutal, İ., Alço, T., Gülcü, M. 2019. Farklı yeşil budama uygulamalarının Merlot (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde tane olgunluğu üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(1): 53-61. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.520923>
- Canon, P.M., Gonzales, Á.S., Alcalde, J.A., Bordeu, E. 2014. Red wine phenolic composition: the effects of summer pruning and cluster thinning. *Ciencia Inv. Agr.* 41(2): 235-248. <https://doi.org/10.4067/s0718-16202014000200010>
- Cemeroğlu, B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Yayın No: 34. Ankara.
- Dami, I., Bordelon, B., Ferree, D.C., Brown, M., Ellis, M.A., Williams, R.N., Doohan, D. 2005. Midwest Grape Production Guide Bulletin 919. Ohio State University Extension, USA. 158p.
- Fazekas, I., Göblyös, J., Bisztray, Gy. D., Zanathy, G. 2012. The effect of cluster thinning, cluster tipping, cluster shredding and defoliation at the flowering on the vegetative and generative vine performance from Kekfrankos cv. *International Journal of Horticultural Science* 18 (1): 63-68. <https://doi.org/10.31421/IJHS/18/1/995>
- Gil-Munoz, R., Vila-Lopez, R., Fernandez-Fernandez, J.I., Martínez-Cutillas, A. 2009. Effects of cluster thinning on anthocyanin extractability and chromatic parameters of Syrah and Tempranillo grapes and wines. *Journal of International Sci. Vigne Vin* 43(1): 45-53. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2009.43.1.786>
- Iannini, C., Rivelli, A.R., Rotundo, A. 2007. Leaf removal and cluster thinning trials in Aglianico grapevine. *Acta Horticulturae, Belgium* (754): 241-247.
- Ilgaz, F., Çelik, M. 2020. The effects of applications of leaf removal and cluster thinning on yield and quality of Syrah. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 57(2): 239-247. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.598983>
- INRA. 2007. Determination d'anthocyanes en échantillons de raisin. Mode opératoire. Ref: MO-LAB-23. Version: 1, Septembre 2007. UE Pech Rouge. 2p.
- Ivanisevic, D., Kalajdzic, M., Drenjancevic, M., Puskas, V., Korac, N. 2020. The impact of cluster thinning and leaf removal timing on the grape quality and concentration of monomeric anthocyanins in Cabernet-Sauvignon and Probus (*Vitis vinifera* L.) wines. *OENO One*



- 54(1): 63-74. <https://doi.org/10.20870/oenone.2020.54.1.2505>
- Keskin, N., Gökçen, İ.S., Kunter, B., Cantürk, S., Karadoğan, B. 2017. Üzüm fitokimyasalları ve Türkiye’de yetiştirilen üzüm çeşitleri üzerindeki araştırmalar. Turkish Journal of Forest Science 1(1): 93-111. <https://doi.org/10.32328/turkjforsci.285695>
- Kliwer, W.M., Bledsoe, A. 1987. Influence of hedging and leaf removal on canopy microclimate, grape composition, and wine quality under California conditions. Acta Horticulturae 206: 157-168.
- Korkutal, İ., Bahar, E., Bayram, S. 2017. Farklı toprak işleme ve yaprak alma uygulamalarının Syrah üzüm çeşidinde su stresi, salkım ve tane özellikleri üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 397-407. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.386422>
- Korkutal, İ., Bahar, E., Azsöz, S. 2021. Michele Palieri üzüm çeşidinde farklı zamanlarda yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının salkım özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(2): 376-386. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.908853>
- Kotseridis, Y., Georgiadou, A., Tikos, P., Kallithraka, S., Koundouras, S. 2012. Effects of severity of post-flowering leaf removal on berry growth and composition of three red *Vitis vinifera* L. cultivars grown under semiarid conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60(23): 6000-6010. <https://doi.org/10.1021/jf300605j>
- Lorenz, D., Eichhorn, K., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., Weber, E. 1995. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) codes and descriptions according to the extended BBCH scale. Australian Journal of Grape and Wine Research 1: 100-110.
- Mawdsley, P.F.W., Peterson, C.S.D., Casassa, L.F. 2019. Multi-year study of the effects of cluster thinning on vine performance, fruit and wine composition of Pinot noir (clone 115) in California’s Edna Valley AVA (USA). Scientia Horticulturae 256: 108631. <https://doi.org/10.1016/j.scienta>
- Nicolosi, E., Continella, A., Gentile, A., Cicala, A., Ferlito, F. 2012. Influence of early leaf removal on autochthonous and international grapevines in Sicily. Scientia Horticulturae 146: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.033>
- O’Brien, P., Collins, C., De Bei, R. 2021. Leaf removal applied to a sprawling canopy to regulate fruit ripening in Cabernet Sauvignon. Plants 10(5): 1017. <https://doi.org/10.3390/plants10051017>
- Palliotti, A., Cartechini, A. 2000. Cluster thinning effects on yield and grape composition in different grapevine cultivars. Acta Hort. 512: 111-120. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.512.11>
- Salvi, L., Cataldo, E., Mattii, G.B. 2017. Leaf removal and cluster thinning trials in ‘Foglia Tonda’ grapevine. ISHS Acta Horticulturae 1188: 105-112. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1188.14>
- Scafidi, P., Barbagallo, M.G., Pisciotta, A., Mazza M., Downey, M.O. 2018. Defoliation of two-wire vertical trellis: effect on grape quality. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 46(1): 18-38. <https://doi.org/10.1080/01140671.2017.1337642>
- Skinkis, P. 2016. Considerations in the timing and application of leaf removal. Oregon Wine Research InstitUAEE Updates. <https://blogs.oregonstate.edu/owri/2016/06/30/considerations-timing-application-leaf-removal/> Erişim tarihi: 09.06.2022
- Song, C.Z., Wang, C., Xie, S., Zhang, Z.W. 2018. Effects of leaf removal and cluster thinning on berry quality of *Vitis vinifera* cultivars in the region of Weibei Dryland in China. Journal of Integrative Agriculture 17(7): 1620-1630. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61990-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61990-2)
- Torres, N., Martinez-Lüscher, J., Porte, E., Yu, R., Kurtural, S.K. (2021). Impacts of leaf removal and shoot thinning on cumulative daily light intensity and thermal time and their cascading effects of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry and wine chemistry in warm climates. Food Chemistry 343: 128447. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128447>
- Vicente, A., Yuste, J. 2015. Cluster thinning in cv. Verdejo

- rainfed grown: Physiologic, agronomic and qualitative effects, in the D.O. Rueda (Spain). BIO Web of Conferences 5, 01020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20150501020>
- Wang, Y., Hec, Y.N., Chena, W.K., Hea, F., Chen, W., Cai, X.D., Duan, C.Q., Wang, J. 2018. Effects of cluster thinning on vine photosynthesis, berry ripeness and flavonoid composition of Cabernet-Sauvignon. Food Chemistry 248: 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.021>
- Würz, D.A., De Bem, B.P., Allebran D.A.E, Marcon Filho, J.L., Brighenti, A.F., Ouaemane M., Rufato, L., Kretschmar, A.A. 2017. Timing of leaf removal modifies chemical and phenolic composition of Sauvignon Blanc wine. BIO Web Conference 9: 02027. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20170902027>
- Würz, D.A., Allebran, D.A.E., Marcon Filho, J.L., de Bem, B.P.D., Brighenti, A.F., Rufato, L., Kretschmar, A.A. 2018. Leaf removal timing and its influence on wine grape performance 'Sauvignon Blanc' in high altitude region. Revista de Ciencias Agroveterinarias 17(1): 91-99. <https://doi.org/10.5965/223811711712018091>
- Xi, X., Zha, Q., He, Y., Tian, Y., Jiang, A. (2020). Influence of cluster thinning and girdling on aroma composition in 'Jumeigui' table grape. Scientific Reports 10: 6877. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63826-7>
- Yue, X.F., Ju, Y.L., Tang, Z.Z., Zhao, Y.M., Jiao, X.L., Zhang, Z.W. 2019. Effects of the severity and timing of basal leaf removal on the amino acids profiles of Sauvignon Blanc grapes and wines. Journal of Integrative Agriculture 18(9): 2052-2062. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62666-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62666-3)

# Domates Güvesi [*Tuta absoluta*] ile Mücadelede Biyolojik Mücadele Çalışmalarının Sürdürülebilirliği

## Sustainability of Biological Control Studies in Plant Protection Tomato Leafminer [*Tuta absoluta*]

### ÖZET

Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick,1917) (Lep.: Gelechiidae)] Türkiye’de 2009 yılından itibaren domates ekiliş alanlarında önemli bir zararlı konumuna geçmiştir. “Ülkesel Domates Güvesi” projesi kapsamında Domates güvesi ile biyolojik mücadele çalışmaları farklı illerde yürütülmüş ve umut verici sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçların üreticilere benimsetilmesi ve uygulamaya aktarılması amacı ile yayım projesi hazırlanmıştır. Çalışma 2016 ve 2017 yıllarında Ankara ve Bartın illerinde yürütülmüştür. Üreticilere *T. absoluta* ile mücadelede yumurta parazitoiti *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ve predatör *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) kullanılarak biyolojik mücadele benimsetilmeye çalışılmıştır. Çalışmada üreticilere ve teknik elemanlara biyolojik mücadele eğitimi verilmiş ve etmenlerinin tanıtımı, uygulama şekli ve zamanı demonstrasyonlarla uygulamalı olarak gösterilmiştir. Gayeli örnekleme yöntemi ile proje çalışmalarına katılan aynı 48 domates üreticisi ile proje başlangıcında ve proje sonunda anket çalışması yapılmış, anket sonuçları değerlendirilerek elde edilen bulgular frekans dağılım tabloları ve grafiklerle ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile çalışma kapsamındaki üreticilerin %20,8’i biyolojik mücadeleyi tanımlayabilirken, çalışma sonunda bu oran %93,8 olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Tuta absoluta*, biyolojik mücadele, *Trichogramma* spp., *Nesidiocoris tenuis*

#### Yazar

**Münevver KODAN**


munevverkodan@gmail.com

 0000-0002-3743-7324

#### Sorumlu Yazar

**Belma ÖZERCAN**


belmaozercan@hotmail.com

 0000-0003-3492-8192

#### Yazar

**Filiz ÖNTEPELİ**

filizontepeli@gmail.com

 0000-0003-4993-3189

Gönderilme Tarihi :

27 Temmuz 2022

Kabul Tarihi :

29 Ekim 2022

## ABSTRACT

Tomato leafminer [*Tuta absoluta* (Meyrick,1917) (Lep.: Gelechiidae)] has become an important pest in tomato cultivation areas in Turkey since 2009. Within the scope of “the National Tomato Leafminer” project, biological control studies against tomato leafminer were carried out in different provinces and promising results were obtained. An extension project has been prepared with the aim of adopting these results to producers and putting them into practice. The study was carried out in Ankara and Bartın provinces in 2016 and 2017. Biological control of *T. absoluta* was attempted by using egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym.: Trichogrammatidae) and predator *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae). In the study, biological control training was given to producers and technical personnel and the introduction of the factors, the way of application, the time were shown with demonstrations. With the purposive sampling method, survey studies were conducted at the beginning and at the end of the project with the same 48 tomato producers who participated in the project studies, the findings obtained by evaluating the survey results are presented with frequency distribution tables and graphics. With this study, while 20.8% of the producers within the scope of the study could define biological control, this rate was 93.8% at the end of the study.

**Keywords:** *Tuta absoluta*, biological control, *Trichogramma* spp., *Nesidiocoris tenuis*

## GİRİŞ

Taze ve kuru olarak tüketilebilen domates Türkiye'nin önemli ihracat ürünlerinden birisidir. 2020 yılındaki 186,8 milyon tonluk dünya domates üretimi içinde Türkiye 13,2 milyon ton ile 3. sırada yer alırken, üretim alanı bakımından da 4.sırada yer almaktadır (Anonymous 2020). Domates üretimini olumsuz etkileyen birçok hastalık ve zararlı bulunmakta olup, Domates güvesi de en önemli zararlılar arasında yer almaktadır. Bu zararlı Güney Amerika kökenli olup ilk olarak 1964 yılında Arjantin'de varlığı saptanmış, 2008 ve 2009 yıllarında İtalya, Fransa, Yunanistan, Portekiz, Cezayir ve Tunus gibi ülkelerin güney bölgelerindeki domateslerde belirlenmiştir (Potting

2009). 2009 yılının sonlarına doğru İtalya'nın merkez ve kuzey bölgelerine kadar yayılmıştır. 2008 yılı sonlarına doğru Korsika adalarında ve 2009 yılında Fransa'nın kuzey ve güneybatı bölgelerine kadar yayılmıştır (Germain, Lacordaire, Cocquempot, Ramel ve E. Oudard, 2009 ). Yunanistan ve Girit Adası'nda 2009 yılında saptanmıştır (Roditakis, Papachristos, ve Roditakis 2010). *Tuta absoluta* ülkemizde ilk olarak 2009 yılında Ege Bölgesi'nde İzmir iline bağlı Urla İlçesinde domates bitkilerinde bulunmuştur. Zararlı aynı yıl Çanakkale ve Muğla illerinde feromon tuzaklarda yakalanmıştır (Kılıç 2010). Ocak 2010'da Akdeniz Bölgesi'nde Antalya-Kumluca'da, Nisan 2010'da Mersin'in Adanalıoğlu beldesinde ticari domates seralarında, tespit edilmiştir (Erler, Can, Erdoğan, Ateş, ve Pradier 2010; Karut, Kazak, Döker, Ulusoy, 2011). Zararlı kısa sürede bütün bölgelere yayılarak domateste ana zararlılardan biri konumuna gelmiştir. Zararlı larvası domates bitkisinin yaprak, sap ve meyvesinde beslenerek zarar oluşturur. Yıkıcı zarar yapan Domates güvesi ile etkin bir şekilde mücadele edilmediği takdirde domateste % 80-100 varan oranda zarara neden olmaktadır (Lo'pez 1991; Desneux, Wajnberg, Wyckhuys, Burgio, Arpaia, Narváez-Vasquez, González-Cabrera, Catalán Ruescas, Tabone, Frandon, Pizzol,, Poncet, Cabello, ve Urbaneja,2010).

*T. absoluta*'nın larvasının beslenme şekli kimyasal mücadeleyi zorlaştırmakta, zararlı ile mücadelede biyolojik mücadele yöntemi önem kazanmaktadır. Yurtdışında yapılan çalışmalarda bu zararlının yumurta, larva parazitoiti ve predatörleri olduğu belirlenmiştir (Medeiros, De Vilela, ve France, 2006, Urbaneja, Montón, ve Mollá, 2008, Mollá, Montón, Vanaclocha, Betia, ve Urbaneja, 2009). Yumurta parazitoitlerinden *Trichogramma* türlerinin ve predatör olarak da Hemiptera takımından Miridae familyasına ait bazı türlerin bu zararlıya karşı etkili oldukları saptanmıştır. *T. Absoluta* ile entegre mücadele uygulamalarında *Trichogramma* türlerinde *Tr. exiguum* Pinto ve Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae), tarlada %9.8–28.6 (Salas, 2001) *Tr. pretiosum* Riley'un serada %87 parazitlenme oranı göstermiştir (Parra ve Zucchi, 2004). İspanya'da sera koşullarında *T. absoluta* ile biyolojik mücadele çalışmalarında yumurta parazitoidi *Tr. achaeae* Nagaraja & Nagarkatti'nin zararı %91.74 azalttığı belirlenmiştir (Cabello, Gallego,Vila, , Soler, Pino, Carnero, Hernández-Suárez, ve Polaszek, 2009).



Parazitoit *Tr. achaeae*'nin diğer faydalılarla birlikte kullanımı değerlendirilmiş ve mirid predatörlerle, *Tr. achaeae* kombine kullanımında, zararlının biyolojik mücadelesinde predatörler iyi bir tamamlayıcı olduğu belirtilmektedir. Araştırmacılar zararlının yumurtasına etkili olan *Nesidiocoris tenuis*'un mümkün olduğunca kısa sürede domates ürününe salınmasını önermişlerdir (Kabiri, Wila, ve Cabello, 2010).

Türkiye'de de Domates güvesi ile biyolojik mücadele çalışmaları Adana, Ankara, Antalya ve İzmir'de serada yürütülmüştür. Ankarada yapılan çalışmada *T. evanescens* ve *N. tenuis*'un birlikte salınması sonucu domateste zarar oranı %18,30-29,30 olarak saptanmıştır. Böylece parazitoit ve predatör birlikte kullanıldıklarında domateste zarar oranının düştüğü belirlenmiştir (Kodan, Babaroğlu, ve Barış, 2015).

Çalışmada 2011-2013 yıllarında Ankara ilinde yürütülen "Domates Güvesi ile Biyolojik Mücadele" projesi sonuçlarının uygulamaya aktarılması amaçlanmıştır. Buradan yola çıkılarak yapılan bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim, Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı tarafından desteklenen "Tarımsal Yeniliklerin Yaygınlaştırılması Yayım" projeleri kapsamında 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüş olup, 2017 yılı sonunda sonuçlandırılmıştır. Çalışmada Ankara ve Bartın illerinde üreticilere uygulamalı eğitimlerle biyolojik mücadele anlatılmış olup, parazitoit ve predatör salımları uygulamaları ile üreticilerde farkındalık yaratılmaya çalışılmıştır. Çalışma sonuçları proje öncesi ve sonrası anket çalışmaları ile değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Yumurta parazitoiti *Trichogramma evanescens* üretimi

Parazitoitin üretimi ortalama 25±1 °C sıcaklık, %60-70 orantılı nem ve 14-16 saat ışık koşullarına ayarlanan iklim kabininde, cam tüpler içinde yapılmıştır. Konukçu olarak değirmen güvesi yumurtaları kullanılmıştır. 1-2 günlük taze konukçu yumurtaları, %5-10'luk arap zamkı solüsyonu ile beyaz kâğıtlara yapıştırılmış, zamk kuruduktan sonra küçük şeritler halinde tüplere yerleştirilmiştir. Daha sonra bu tüplere, yeteri kadar ergin parazitoit verilmiştir. Erginler, kağıt şeritlere ince çizgiler halinde sürülen bal ile beslenmiştir (Bulut ve Kılınçer, 1987).

### Konukçu un güvesi *Ephestia kuebniella*'nın üretimi

Değirmen güvesi üretimi içinde kepek (1), un (1/2), mısır unu (1/4) karışımının bulunduğu plastik kavanozlarda yapılmıştır. Olgunlaşan larvaların pupa olması için fanus içine oluklu mukavva konulmuştur. Çıkan kebekler bir tüple alınarak, alt kısmında gözenek genişliği 1-2 mm olan tel kafes bulunan fanuslara nakledilmiştir. Bu fanuslar yumurta elde etmek için altı kapalı olan başka bir fanus içine yerleştirilerek iklim odasına konulmuştur. Günlük kontroller sonucu elde edilen kebek yumurtaları petri içine konulmuş ve buzdolabında saklanmıştır (Bulut ve Kılınçer, 1987).

Predatör *Nesidiocoris tenuis* özel firmadan sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan biyolojik mücadele etmenlerinin salım oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Tuta absoluta* ile biyolojik mücadelede etmenlerinin salım oranları

| Biyolojik Mücadele Etmeni  | Salım Oranları (adet/m <sup>2</sup> ) |
|--|---------------------------------------|
| <i>Trichogramma evanescens</i> Westwood (Hym. Trichogrammatidae) | 75                                    |
| <i>Nesidiocoris tenuis</i> Reuter (Hem.: Miridae)                | 2-3                                   |

### Anket çalışması

Gayeli örnekleme ile Ankara ve Bartın illerinde çalışma başlangıcında ve sonunda olmak üzere aynı 48 domates

üreticisi (Çizelge 2) ile anket çalışması gerçekleştirilmiş; anket verileri frekans dağılım tabloları, yüzde hesaplamaları ve grafikler halinde verilmiş ve değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. Ankara ve Bartın illerinde çalışmaya ve ankete katılan üretici sayısı

| İl                  | İlçe      | Köy           | Üretici sayısı |
|---------------------|-----------|---------------|----------------|
| Ankara              | Beypazarı | Akçakavak     | 6              |
|                     |           | Kayabükü      | 5              |
|                     |           | Harmancık     | 2              |
|                     | Güdül     | Güneyce       | 6              |
|                     | Nallıhan  | Davutoğlu     | 9              |
| <b>Toplam</b>       |           |               | <b>28</b>      |
| Bartın              | Merkez    | Ağdacı        | 1              |
|                     |           | Akgöz         | 1              |
|                     |           | Çaybükü       | 2              |
|                     |           | Derbent       | 9              |
|                     |           | Haciosmanoğlu | 1              |
|                     |           | Karasu        | 2              |
|                     |           | Uzunöz        | 2              |
|                     |           | Yıldız        | 2              |
|                     |           |               | 4              |
|                     |           | <b>Toplam</b> |                |
| <b>Genel Toplam</b> |           |               | <b>48</b>      |

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada Ankara ve Bartın illerindeki teknik personele yönelik biyolojik mücadele ve Domates güvesi ile biyolojik mücadele konularında Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü'nde eğitimler verilmiştir. Hazırlanan afiş, lifetlerle çalışma ile ilgili tanıtımlar yapılmıştır.

Domates güvesi ile biyolojik mücadele Ankara'da 3 ilçede (Güdül, Nallıhan ve Beypazarı) Bartın'da Merkez ilçede demonstrasyon çalışmaları ile üreticilere gösterilmiştir. Çalışmada biyolojik mücadele ile ilgili olarak teknik elemanlar ve üreticiler için bilgi toplantıları yapılmış ve Domates güvesinin mücadelesinde kullanılacak yumurta parazitoiti *Trichogramma evanescens* ve predatör *Nesidiocoris tenuis* görsel olarak tanıtılmış ve salımları birlikte yapılmıştır. Ankara'nın Güdül ilçesinde bir sera, demonstrasyon alanı olarak belirlenmiş ve parazitoit salımlarına devam edilmiştir. Haftalık kontrollerle demonstrasyon alanı takip edilmiştir. Domatesin hasat zamanı aynı serada tarla günü yapılarak Domates güvesi ile biyolojik mücadele sonuçları görsel olarak değerlendirilmiştir. Hazırlanan "Domates Güvesi ile Biyolojik Mücadele" lifeti üreticilere bu tarla gününde dağıtılmış ve biyolojik mücadele destekleri hakkında da bilgi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci yılında Ankara'nın Nallıhan ilçesinde 2 serada Mayıs ayında yumurta parazitoiti *T. evanescens* ve predatör *N. tenuis*'un salımı gerçekleştirilmiştir. Bartın'ın Merkez ilçesinde aynı salım Temmuz ayında gerçekleştirilmiştir. Ankara'da Nallıhan'daki serada 2 kez daha *T. evanescens* salımı yapılmıştır. Haftalık kontrollerle Domates güvesi kontrolleri ve üretici ziyaretleri yapılmıştır. Bütün bu çalışmanın üretici açısından sonuçlarını değerlendirmek üzere, biyolojik mücadeleye yönelik bilgi düzeylerinin belirlenmesi için çalışma başlangıcında, düşünce ve tutumlardaki olası farklılığı belirleyebilmek için çalışma sonunda olmak üzere, aynı 48 domates üreticisi ile 2 kez anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Üreticilerin yetiştirdiği ürünle ilgili olarak gerek yetiştirme tekniği, gerekse karşılaştıkları problemlerde çözüme yönelik tutum ve davranışları, üreticilerin tecrübeleri ile de ilişkilidir.

Anket çalışması yapılan üreticilerin domates yetiştiriciliği ile ilgili tecrübeleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'e göre 48 üreticinin %47,9'u 1 ile 20 yıldır domates yetiştiriciliği yaparken, %52,1'i 20 yıldan fazla domates yetiştiriciliği yapmaktadır.

Çizelge 3. Araştırma alanında anket yapılan üreticilerin tarım ve domates yetiştiriciliği tecrübe durumu

| Tarım Tecrübesi      | Üretici Sayısı | (%)  | Domates Yetiştiriciliği Tecrübesi | Üretici Sayısı | (%)  |
|----------------------|----------------|------|-----------------------------------|----------------|------|
| 1-5 yıl              | 1              | 2,1  | 1-5 yıl                           | 1              | 2,1  |
| 6-10 yıl             | 2              | 4,2  | 6-10 yıl                          | 12             | 25   |
| 11-15 yıl            | 7              | 14,6 | 11-15 yıl                         | 7              | 14,6 |
| 16-20 yıl            | 7              | 14,6 | 16-20 yıl                         | 3              | 6,3  |
| 20 yıl ve daha fazla | 31             | 64,6 | 20 yıl ve daha fazla              | 25             | 52,1 |
| Toplam               | 48             | 100  |                                   | 48             | 100  |

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de en fazla kullanılan zirai mücadele yöntemi kimyasal mücadele olup, pestisit kullanımının sadece avantajlı yönlerinden yararlanıp, olumsuz etkilerinden kaçınmak için zirai mücadelenin bilinçli olarak Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) ilkeleri doğrultusunda yapılması gerekmektedir (Tiryaki, Canhilal, ve Horuz,2010).

İnsan sağlığı, çevre ve doğal denge üzerinde pestisitlerin olumsuz etkilerinin görülmesinden sonra, kimyasal mücadeleye alternatif metotların araştırılması ve bunların uygulamaya konulması strateji olarak kabul edilmiş, daha sonra buna bağlı olarak entegre zararlı yönetimi

(IPM) stratejileri ortaya konulmuştur (Kaymak, Özdem, Karahan, Özeran, Aksu, Aydar, Kodan, Yılmaz, Başaran, Asav, Erdoğan ve Güler, 2015). İnsan ve hayvan sağlığının tehdit edilmesi, gıda maddelerindeki ilaç kalıntıları, çevre kirlenmesi ve girdi maliyetleri de eklenince, kimyasal mücadeleye alternatif çevre dostu yöntemlere geçilmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu yöntemlerden en ümit verici, en çevre dostu ve sürdürülebilir olanı ise biyolojik mücadeledir (Uygun, Ulusoy, ve Satar, 2016).

Anket sonuçlarına göre üreticilerin biyolojik mücadeleyi tanımlama durumları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Üreticilerin biyolojik mücadeleyi tanımlayabilme durumları

|                     |               | Ankara  | Bartın | Toplam |       |
|---------------------|---------------|---------|--------|--------|-------|
| Proje Başlangıcında | Tanımladı     | Frekans | 3      | 7      | 10    |
|                     |               | (%)     | 10,7   | 35,0   | 20,8  |
|                     | Tanımlayamadı | Frekans | 20     | 11     | 31    |
|                     |               | (%)     | 71,4   | 55,0   | 64,6  |
|                     | Tam Bilmiyor  | Frekans | 5      | 2      | 7     |
|                     |               | (%)     | 17,9   | 10,0   | 14,6  |
| Toplam (%)          |               | 100,0   | 100,0  | 100,0  |       |
| Proje Sonunda       | Tanımladı     | Frekans | 25     | 20     | 45    |
|                     |               | (%)     | 89,3   | 100    | 93,75 |
|                     | Tanımlayamadı | Frekans | 3      | 0      | 3     |
|                     |               | (%)     | 10,7   | -      | 6,25  |
|                     | Toplam (%)    |         | 100,0  | 100,0  | 100,0 |

Çizelge 4 incelendiğinde proje başlangıcında biyolojik mücadeleyi tanımlayabilen üretici sayısı Ankara’da 3 iken, proje sonrasında tanımlayabilen üretici sayısı 25 olarak tespit edilmiştir. Bartın ilinde proje başlangıcında biyolojik mücadeleyi tanımlayabilen 7 üretici varken, proje sonrasında anket gerçekleştirilen üreticilerinin tamamının

(20) biyolojik mücadeleyi tanımlayabildikleri görülmüştür. Proje kapsamındaki tüm üreticilerin sadece 10’u proje başlangıcında biyolojik mücadeleyi tanımlayabilirken, proje sonrasında elde edilen verilere bakıldığında tanımlayabilen üretici sayısının 45 (%93,8) olduğu görülmektedir.

Üreticilere biyolojik mücadelenin önemi ile ilgili düşünceleri sorulmuş ve bu sorulara yönelik anket sonuçları Çizelge 5-15'de verilmiştir.

Çizelge 5. Üründe kalıntı olmaması açısından biyolojik mücadelenin önemi

| İller  |         | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kesinlikle Katılmıyorum | Toplam     |
|--------|---------|------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| Ankara | Frekans | 19                     | 8           | 1                       | 28         |
|        | (%)     | 67,9                   | 28,5        | 3,6                     | 100        |
| Bartın | Frekans | 20                     | 0           | 0                       | 20         |
|        | (%)     | 100                    | 0           | 0                       | 100        |
| Toplam |         | 39                     | 8           | 1                       | 48         |
| (%)    |         | <b>81,3</b>            | <b>16,6</b> | <b>2,1</b>              | <b>100</b> |

Çizelge 5'e göre biyolojik mücadelenin üründe kalıntı olmaması yönündeki önemine araştırma alanındaki üreticilerin 39'u (%81,3'ü) kesinlikle katıldıklarını ifade ederken, kesinlikle katılmadığını ifade eden sadece 1 üretici

olmuştur. Biyolojik mücadelenin üründe kalıntı olmaması bakımından önemli olduğu noktasında olumlu düşünen üreticilerin oranı %97,9'dur.

Çizelge 6. Biyolojik mücadelenin ürünün pazar değeri açısından önemi

| İller  |         | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Kesinlikle Katılmıyorum | Toplam |
|--------|---------|------------------------|-------------|------------|-------------------------|--------|
| Ankara | Frekans | 18                     | 6           | 1          | 3                       | 28     |
|        | (%)     | 64,3                   | 21,4        | 3,6        | 10,7                    | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 16                     | 4           | 0          | 0                       | 20     |
|        | (%)     | 80                     | 20          |            |                         | 100,0  |
| Toplam |         | 34                     | 10          | 1          | 3                       | 48     |
| (%)    |         | 70,8                   | 20,8        | 2,1        | 6,3                     | 100,0  |

Çizelge 6 değerlendirildiğinde biyolojik mücadelenin ürünün pazar değeri açısından önemine araştırma alanındaki üreticilerin 34'ü (%70,8'i) kesinlikle katıldıklarını ifade ederken, kesinlikle katılmadığını ifade eden sadece 3 üretici olmuştur. Bartın ilindeki üreticilerin tamamı bu konu ile ilgili olumlu görüş bildirmişlerdir. Ankara'da bu konu ile ilgili olarak olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %85,7'dir.

Çizelge 7'ye göre biyolojik mücadelenin kaliteli ürün yetiştirmek bakımından önemine araştırma alanındaki üreticilerin 28'i (%58,3'ü) kesinlikle katıldıklarını ifade ederken, kesinlikle katılmadığını ifade eden 5 üretici olmuştur. Bartın ilindeki üreticilerin % %87,5'i bu konu ile ilgili olumlu görüş bildirmişlerdir. Ankara'da bu konu ile ilgili olarak olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %82,1'dir.



Çizelge 7. Biyolojik mücadelenin kaliteli ürün yetiştirmek bakımından önemi

| İller  |         | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Kesinlikle Katılmıyorum | Toplam |
|--------|---------|------------------------|-------------|------------|-------------------------|--------|
| Ankara | Frekans | 13                     | 10          | 0          | 5                       | 28     |
|        | (%)     | 46,4                   | 35,7        | 0          | 17,9                    | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 15                     | 4           | 1          | 0                       | 20     |
|        | (%)     | 75                     | 20          | 5          |                         | 100,0  |
| Toplam |         | 28                     | 14          | 1          | 5                       | 48     |
| (%)    |         | 58,3                   | 29,2        | 2,1        | 10,4                    | 100,0  |

İnsan ve çevre sağlığının günden güne öneminin arttığı günümüzde, araştırma alanındaki tüm üreticilerimiz biyolojik mücadelenin insan ve çevre sağlığı açısından önemli olduğu yönünde olumlu görüş bildirmişlerdir.

Bartın ilindeki üreticilerin %90'ı, Ankara'daki üreticilerin de %75'i bu konuyu kesinlikle önemli bulduklarını dile getirmişlerdir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Biyolojik mücadelenin insan ve çevre sağlığı açısından önemi

| İller  |         | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Toplam |
|--------|---------|------------------------|-------------|--------|
| Ankara | Frekans | 21                     | 7           | 28     |
|        | (%)     | 75,0                   | 25,0        | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 18                     | 2           | 20     |
|        | (%)     | 90,0                   | 10,0        | 100,0  |
| Toplam |         | 39                     | 9           | 48     |
| (%)    |         | 58,3                   | 29,2        | 100    |

Biyolojik mücadelenin uygulamasının kolay olması bakımından önemli bulup bulmadıkları ile ilgili yöneltilen soruya üreticilerimizden farklı görüşler gelmiştir. Üreticilerin %89,6'sı olumlu görüş bildirirken %8,4'ü olumsuz görüş bildirmiştir. Ankara ilindeki üreticilerin %82,1'i uygulama

kolaylığı bakımından biyolojik mücadelenin önemli olduğuna katılırken, %14,3'ü katılmamaktadır. Bartın ilindeki üreticilerin tamamı ise bu konunun önemi ile ilgili olumlu görüş bildirmişlerdir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Biyolojik mücadelenin uygulamasının kolay olması bakımından önemi

| İller  |         | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Kesinlikle Katılmıyorum | Toplam |
|--------|---------|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------------------|--------|
| Ankara | Frekans | 17                     | 6           | 1          | 3            | 1                       | 28     |
|        | (%)     | 60,7                   | 21,4        | 3,6        | 10,7         | 3,6                     | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 14                     | 6           | 0          | 0            | 0                       | 20     |
|        | (%)     | 70,0                   | 30,0        | 0          | 0            | 0,0                     | 100,0  |
| Toplam |         | 31                     | 12          | 1          | 3            | 1                       | 48     |
| (%)    |         | 64,6                   | 25          | 2,1        | 6,3          | 2,1                     | 100,0  |

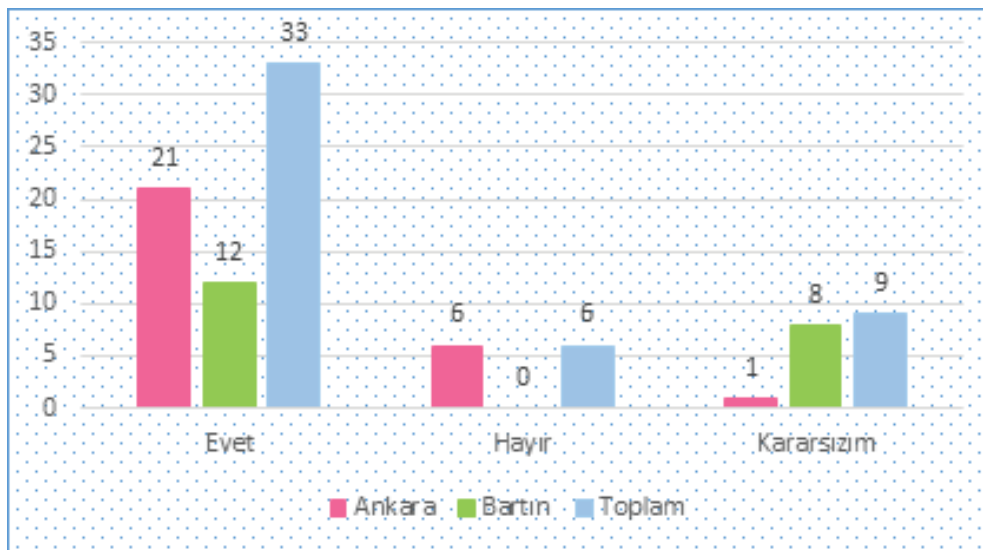
Proje kapsamında yapılan salım çalışmalarından sonra proje bitiminde; biyolojik mücadelenin zararlı ile mücadelede önemli olduğunu düşünüp düşünmedikleri konusunda fikirleri sorulduğunda; araştırma alanındaki tüm üreticiler önemli olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu projenin biyolojik mücadelede konusunda bilgilenmek açısından önemli olduğu da yine tüm

üreticilerin ortak görüşüdür. Bu projeden sonra, biyolojik mücadelenin uygulanabilir bir yöntem olduğunu düşünüp düşünmedikleri noktasında yöneltilen soruya, Ankara'daki üreticilerin %75'i, Bartın'daki üreticilerin de %60'ının uygulanabilir bir yöntem olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Biyolojik mücadelenin uygulanabilirliği

| İller  |         | Evet | Hayır | Kararsızım | Toplam |
|--------|---------|------|-------|------------|--------|
| Ankara | Frekans | 21   | 6     | 1          | 28     |
|        | (%)     | 75,0 | 21,4  | 3,6        | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 12   | 0     | 8          | 20     |
|        | (%)     | 60,0 | 0,0   | 40,0       | 100,0  |
| Toplam |         | 33   | 6     | 9          | 48     |
| (%)    |         | 68,8 | 12,5  | 18,8       | 100,0  |

Çalışma kapsamındaki üreticilerden %68,8'i (33), biyolojik mücadeleyi uygulanabilir bir yöntem olarak bulurken, bu konuda kararsız olan üreticilerin oranı da %18,8 (9) olarak belirlenmiştir (Şekil1).



Şekil 1. Biyolojik mücadelenin uygulanabilirliği

Adana'da 2013 yılında yapılan bir çalışmada, Domates güvesine karşı çok kapsamlı mücadele programlarının yerleştirilmesi ya da geliştirilmesinin zararlının gelecekteki potansiyel tehlikesinin azaltılmasında yardımcı olacağı vurgulanmıştır (Portakaldalı, Öztemiz, ve Kütük, 2013).

Yapılan anket çalışmaları değerlendirildiğinde, üreticilerin %83,3'ü biyolojik mücadeleye verilen

desteklerden haberdar olmadıklarını, haberdar olanların da bu destekten yararlanmadıkları ortaya çıkmıştır.

Projenin amaçlanan bir çıktısı da biyolojik mücadelede ile ilgili verilen devlet desteğinin daha fazla üretici tarafından bilinirliğini arttırmak olduğu için bu konu ile ilgili yöneltilen sorularla ilgili elde edilen veriler Çizelge 11' de yer almaktadır.

Çizelge 11. Projenin üreticinin biyolojik mücadele desteğinden haberdar olmasına katkısı

| İller  |         | Evet | Hayır | Kararsızım | Toplam |
|--------|---------|------|-------|------------|--------|
| Ankara | Frekans | 22   | 6     | 0          | 28     |
|        | (%)     | 78,6 | 21,4  | -          | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 19   | 0     | 1          | 20     |
|        | (%)     | 95,0 | 0,0   | 5,0        | 100,0  |
| Toplam |         | 41   | 6     | 1          | 48     |
| (%)    |         | 85,4 | 12,5  | 2,1        | 100,0  |

Ankara ilindeki proje kapsamındaki üreticilerin %78,6'sı projenin destekten haberdar olmalarını sağlaması noktasında olumlu görüş bildirmiştir (Çizelge 11). Bartın ilinde olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı ise %95 seviyesindedir.

Çizelge 12. Biyolojik mücadele desteğinden üreticinin haberdar olma durumu

|                     |                | Ankara  | Bartın | Toplam |      |
|---------------------|----------------|---------|--------|--------|------|
| Proje Başlangıcında | Haberdar       | Frekans | 2      | 6      | 8    |
|                     |                | (%)     | 7,1    | 30,0   | 16,7 |
|                     | Haberdar değil | Frekans | 26     | 14     | 40   |
|                     |                | (%)     | 92,9   | 70,0   | 83,3 |
| Toplam (%)          |                | 100,0   | 100,0  | 100,0  |      |
| Proje Sonunda       | Haberdar       | Frekans | 22     | 19     | 41   |
|                     |                | (%)     | 78,6   | 95     | 85,4 |
|                     | Haberdar değil | Frekans | 6      | 0      | 6    |
|                     |                | (%)     | 21,4   | -      | 12,5 |
| Toplam (%)          |                | 100,0   | 100,0  | 100,0  |      |

Çizelge 12'ye göre proje başlangıcı ve proje sonrası konu ile ilgili yapılan karşılaştırmada, proje başlangıcında proje kapsamındaki üreticilerin %16,7'si destekten haberdar olduğunu dile getirirken, proje sonrası haberdar olan üreticilerin oranı %85,4 seviyesine gelmiştir. Desteklerden yararlanmanın ön koşullarından biri Çiftçi Kayıt Sisteminde

kayıtlı olunması gerekliliğidir. Söz konusu üreticiler içinde kiracılıkla tarımsal faaliyetini yürütenlerin oranı toplamda %37,5 gibi azımsanmayacak bir grup olduğu için üreticilerin desteklerden kiracıların da yararlanması konusunda talepleri bulunmaktadır.

Çizelge 13. Üreticilerin çalışmadan sonra biyolojik mücadele desteğinden yararlanmayı düşünme durumları

| İller  |         | Evet | Hayır | Kararsızım | Toplam |
|--------|---------|------|-------|------------|--------|
| Ankara | Frekans | 16   | 12    | 0          | 28     |
|        | (%)     | 47,1 | 42,9  | -          | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 4    | 10    | 6          | 20     |
|        | (%)     | 20,0 | 50,0  | 30,0       | 100,0  |
| Toplam |         | 20   | 22    | 6          | 48     |
| (%)    |         | 41,7 | 45,8  | 12,5       | 100,0  |

Bu projeden sonra biyolojik mücadele desteğinden yararlanmayı düşünüp düşünmedikleri ile ilgili olarak, Ankara'da çalışma alanındaki üreticilerin %47,1'i olumlu yaklaşırken, Bartın'daki üreticilerin %50'sinin olumlu

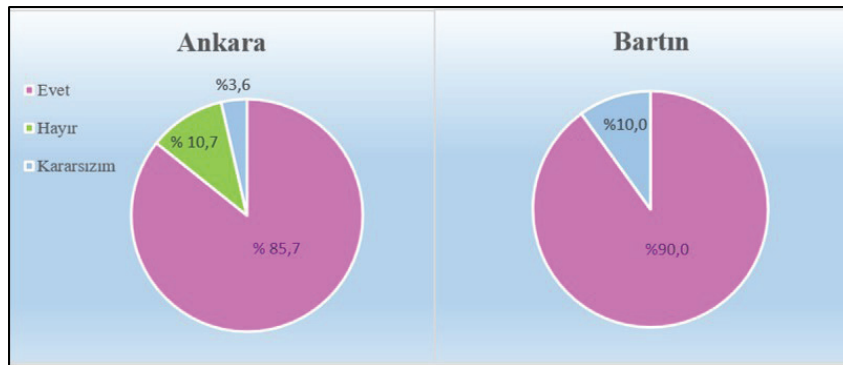
bakmadığı tespit edilmiştir. Olumsuz yönde düşünen ya da kararsız olduklarını ifade eden üreticilerin de sebepleri sorulduğunda desteklemelerdeki prosedürler ve/veya arazi kiracısı olma durumlarını ileri sürmüşlerdir (Çizelge 13).

Çizelge 14. Biyolojik mücadeleyi diğer üreticilere de tavsiye etme durumu

| İller  |         | Evet | Hayır | Kararsızım | Toplam |
|--------|---------|------|-------|------------|--------|
| Ankara | Frekans | 24   | 3     | 1          | 28     |
|        | (%)     | 85,7 | 10,7  | 3,6        | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 18   | 0     | 2          | 20     |
|        | (%)     | 90,0 | 0,0   | 10,0       | 100,0  |
| Toplam |         | 42   | 3     | 3          | 48     |
| (%)    |         | 87,5 | 6,3   | 6,3        | 100,0  |

Bu projedeki çalışmaları gördükten sonra biyolojik mücadeleyi diğer üreticilere de tavsiye edip etmeyecekleri sorulduğunda üreticilerin %87,5'i tavsiye edebileceğini ifade etmiştir.

Ankara ilinde çalışma alanındaki üreticilerin %85,70'i, Bartın ilinde ise %90'ı biyolojik mücadeleyi diğer üreticilere de tavsiye edebileceklerini dile getirmişlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Biyolojik mücadeleyi diğer üreticilere de tavsiye etme durumu

Bu proje sonrasında biyolojik mücadelenin çevre açısından olumlu bir yöntem olup olmadığı konusundaki düşünceleri sorulduğunda, çalışma alanındaki üreticilerin %97,9'u olumlu yönde görüş bildirdiği görülmüştür (Çizelge 15). Bu projede biyolojik mücadele yönüyle olduğu gibi yöntemlerin uygulamalı olarak üreticilerle paylaşıldığı çalışmaların önemli olduğunu hem Ankara hem de Bartın'daki tüm üreticiler vurgulamıştır.

Çizelge 15. Biyolojik mücadelenin çevre açısından olumlu bir yöntem olup olmadığının değerlendirilmesi

| İller  |         | Evet  | Kararsızım | Toplam |
|--------|---------|-------|------------|--------|
| Ankara | Frekans | 28    | 0          | 28     |
|        | (%)     | 100,0 | 0,0        | 100,0  |
| Bartın | Frekans | 19    | 1          | 20     |
|        | (%)     | 95,5  | 5,0        | 100,0  |
| Toplam |         | 47    | 1          | 48     |
| (%)    |         | 97,9  | 2,1        | 100,0  |

Üreticilerin biyolojik ve biyoteknik yöntemlerin kullanımına bakışı ve çevre duyarlılıklarının belirlenmesi ile ilgili 2020 yılında yapılan bir çalışmada, bu yöntemlerin yaygınlaştırılması için üreticilerin bilgilendirilmesi ve maddi olarak desteklenmesinin önemine vurgu yapılmış; tüketicilerin de bu yöntemlerle üretilmiş ürünleri tüketmeye teşvik edilmeleri için bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gerekliliği dile getirilmiştir (Sayın, Bayav, Beşen, Karamürsel, Çelikyurt, Emre, Kuzgun, Yılmaz, ve Arslan,2020).

Tarımsal yayım, kullanılan tarım teknolojisinin yenileştirilmesi, üretim etkinliğinin ve gelirinin yükseltilmesi ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi için kırsal halka bir eğitimsel süreç içinde yardımcı olan hizmet ya da sistem olarak tanımlanmıştır (Taluğ ve Tatlıdil 1993; Aktaş, Kara, ve Demirdöğen 2010).

## SONUÇ

Yayım çalışmalarının amacı üreticide davranış değişikliği yaratmaya çalışmaktır. Yapılan bu çalışma ile biyolojik mücadele kavramı çalışma alanında yer alan üreticiler açısından daha bilinir hale getirilmiştir. Üreticiler biyolojik mücadeleye yönelik bir devlet desteğinin varlığından haberdar ve bu destekten yararlanmayı düşünür hale gelmişlerdir. Üreticiler tarafından biyolojik mücadelenin insan ve çevre sağlığı açısından önemli olduğunun görülmesi sağlanmıştır. Uygulamalı çalışmanın, çalışmaların üretici ile buluşmasının üreticide farkındalık yaratması açısından çok önemli olduğu bir kez daha görülmüştür. Gözle görülür uygulamaların yapılmasının, teorik anlatımlardan daha etkili olduğu; üreticiyi yeni karşılaştığı bir yöntem ile ilgili olarak ikna etmek konusunda da önem arz ettiği görülmüştür. Bu çalışmada da diğer çalışmalarda olduğu gibi biyolojik mücadele gibi alternatif mücadele yöntemlerinin benimsetilmesi, yaygınlaştırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasının tarımsal faaliyetlerin devamlılığı açısından oldukça önemli olduğu saptanmıştır. Uygulamaya yönelik faaliyetlerin yer aldığı yayım çalışmalarının artırılarak üreticiyle buluşması sağlanmalıdır.

## AÇIKLAMA ve TEŞEKKÜR

Bu makalede yazarlar arasında herhangi bir “çıkar

çatışması” bulunmamaktadır. Makalede “katkı oranına” göre yazar sıralamasına uyulmuştur. Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı /Eğitim Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı tarafından desteklenerek yayım projesi olarak yürütülmüştür. Projeyi destekleyen Tarım ve Orman Bakanlığı, Eğitim, Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı’na; projeye yardım ve desteklerini esirgemeyen Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü personelinde Işıl SANKUR, Pınar USTA Gökhan BALCI, H. İbrahim ÜNSAL’a, Bartın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü personelinde İbrahim YILDIRIM ile çalışmanın yapıldığı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinde görev yapan personele ve ayrıca çalışmanın her aşamasında bulunan, çalışmaya katılan domates üreticilerine teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Aktaş, Y., Kara F.Ö., Demirdöğen, A. (2010). Tarımsal Yayım’a Yeni Bir Yaklaşım: İnsancıl Tarımsal Yayım. Tarım Ekonomisi Dergisi 2010; 16(2): 45 – 57.
- Anonymous (2020). Dünya Domates üretim, ekim alanı verileri. Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO) <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi 05.01.2022).
- Bulut, H., Kılınçer, N. (1987). Yumurta Paraziti *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)’nin Un Güvesi (*Ephestia kuehniella* Zell.) (Lep.: Pyralidae) Yumurtalarında Üretimi ve Konukçu-Parazit İlişkileri. Türkiye I. Entomoloji Kong. S. 563-577.
- Cabello, T., Gallego, J.R., Vıla, E., Soler, A., Pino, M., Carnero, A., Hernández-Suárez, E & Polaszek, A. (2009). Biological control of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.:Gelechiidae), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) in tomato greenhouses of Spain IOBC/wprs Bulletin, Vol. 49. 225-230.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S. Narváez-Vasquez C. A., González-Cabrera, J., Catalán Ruescas, D., Tabone, E. And Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T, Urbaneja, A. (2010). Biological Invasion of European Tomato Crops by *Tuta absoluta*: Ecology, Geographic Expansion and Prospects



- for Biological Control Biomedical And Life Sciences Journal of Pest Science Volume 83, Number 3, 197-215.
- Erler F., Can, M., Erdoğan, M., Ateş A.Ö., Pradier T. (2010). New record of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse grown tomato in Southwestern Turkey (Antalya). *Journal of Entomological Science*, 45(4): 1- 2.
- Germain, J. F., L. A. Lacordaire, C. Cocquempot, J. M. Ramel and E. Oudard, 2009. Un nouveau vageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. PHM- Revue Horticole, 512: 37- 41.
- Kabiri, F., Wila, E. Cabello, T. (2010). *Trichogramma achaeae* : an excellent biocontrol agent against *Tuta absoluta* Sting33 IOBC Newsletter on biological control in greenhouses [https://www.researchgate.net/publication/313079549\\_Trichogramma\\_achaeae\\_an\\_excellent\\_biocontrol\\_agent\\_against\\_Tuta\\_absoluta](https://www.researchgate.net/publication/313079549_Trichogramma_achaeae_an_excellent_biocontrol_agent_against_Tuta_absoluta) (Erişim Tarihi: 05.01.2022).
- 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 Türk. Entomol. Derg., 2011, 35 (2): 339-347 ISSN 1010-6960
- Kaymak, S., Özdem A., Karahan A., Özercan B., Aksu P., Aydar A., Kodan M., Yılmaz A., Başaran M S., Asav Ü., Erdoğan P., Güler Y., (2015). Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi. Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara. ISBN: 978-605-9175-33-3.
- Kılıç, T. (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3): 243-244.
- Kodan, M., Babaroğlu E. N., Barış, A. (2015). Domates Güvesi (*Tuta absoluta* Lep.:Gelechiidae)'nin Biyolojik Mücadelesi. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 25-29 Ağustos 2015, Çanakkale.
- Lo'pez, E. (1991). Polilla del tomate: Problema crı'tico para la rentabilidad del cultivo de verano. *Empresa y Avance Agrı'cola* 1:6-7
- Medeiros, M. A., De Vilela, Nj, France, F.H. (2006). Technical and Ecomomic Efficiency of Biological Control of the South American Tomato Pinworm in Protected Environment. *Hortic. Bras.* 24(2): 180-184.
- Mollá, Ó., Montón, H., Vanaclocha, P., Beitia, F., Urbaneja A. (2009). Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta* IOBC/wprs Bulletin, Vol. 49. 209-214 (Abst).
- Para, Jrp., Zucchini R.A. (2004). *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. *Neotrop Entomol* 33:271-281.
- Potting, R. (2009). Pest risk analysis, *Tuta absoluta*, tomato leaf miner moth. Plant protection service of the Netherlands, 24 pp.
- Portakaldalı, M., Öztemiz, S., Kütük, H. (2013). Adana'da Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Takibi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 45-54. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16762/174281>
- Roditakis E., Papachristos, D. and Roditakis N. E. (2010). Current status of the Tomato leaf miner *Tuta absoluta* in Greece. *OEPP/EPPO Bulletin*, 40: 163- 166.
- Salas J, (2001). Insectos plagas del tomate. Manejo integrado. Maracay, Ven., Instituto Nacional de Investigaciones Agrı'colas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara (Serie B-No. 1), 102 pp.
- Sayın, B. , Bayav, A. , Beşen, T. , Karamürsel, D. , Çelikyurt, M. A. , Emre, M. , Kuzgun, M. , Yılmaz, Ş. G., Arslan, S. (2020). Üreticilerin Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Uygulamalarına Bakışı ve Çevre Duyarlılıklarının Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (2), 453-466 . DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.599085
- Taluğ, C., Tatlıdil, H. (1993). Tarımsal Yayım ve Haberleşme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu. Ankara, 198S.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 154-169. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/>

erciyesfen/issue/25574/269775

Uygun, N., Ulusoy, M. R., Satar, S. (2016). Biyolojik mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1 (1), 1-14. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tbmd/issue/22453/240183>

Urbaneja, A., Montón H., Mollá O. (2008). Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* Journal of Applied Entomology Volume 133 Issue 4, Pages 292–296.

# Lavanta (*Lavandula x intermedia*) Bitkisi Distilasyon Atıklarınının Silajlık Mısır Bitkisinin Gelişim Özelliklerine Etkisi

## The Effect of Lavender (*Lavandula x intermedia*) Distillation Wastes on Silage Corn Plant Growth Characteristics

### ÖZET

Bu çalışmada; lavanta bitkisinin (*Lavandula x intermedia*) distilasyon atıkları (LDA) mevcut haliyle, saman olarak, kompost yapılarak ve biyokömür haline getirilerek toprağa karıştırıldıktan sonra serada mısır bitkisinin silajlık verimi ve bitki gelişim öğelerine (bitki boyu ve çapı, gövde kuru ve yaş ağırlığı, gövde kuru madde oranı, kök kuru ve yaş ağırlığı, kök/gövde kuru madde oranı) etkileri izlenmiştir. Ayrıca yaprakların N-Protein içeriklerine ve bazı makro/mikro element (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) kapsamlarına etkileri incelenmiştir. Sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve farklı LDA uygulamalarıyla yaprak sayıları ve kök kuru madde oranları dışındaki diğer bitki gelişim özellikleri önemli seviyede azalmıştır. Mısırın silajlık verimi, yaprakların N/Protein oranı, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn içerikleri kontrole göre önemli derecede azalmış; yaprakların K ve Fe içerikleri kontrole göre önemli derecede artmıştır. Yaprakların P ve Na içerikleri uygulamalardan etkilenmemiştir. Sonuç olarak çalışmamızda çeşitli işlemlere tabi tutulan LDA'nın mısır verimine, gelişim özelliklerine ve yapraklarındaki element içeriklerine farklı etkileri görülmüştür. Bu nedenle LDA'nın, mısır ve benzeri besin zincirine giren bitkilere uygulandığı tarla denemeleri yapılmalı ve bilimsel veriler eşliğinde bu tür atıkların geri kazanım çalışmaları desteklenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Lavanta distilasyon atığı, mısır, bitki besin elementleri

### Sorumlu Yazar

Cafer TÜRKMEN

turkmen@comu.edu.tr

iD 0000-0002-0707-5908

### Yazar

Uğur BİNBİR

binbirugur@gmail.com

iD 0000-0002-4984-7750

Gönderilme Tarihi :

04 Ağustos 2022

Kabul Tarihi :

26 Aralık 2022

## ABSTRACT

In this study; the effects of stalk, straw, compost, and biochar of lavender (*Lavandula x intermedia*) plant distillation waste (LDA), were applied to the soils where corn plants were grown in pots under greenhouse conditions and then the yield of corn silage, plant growth characteristics and N-Protein content of the leaves some macro/microelements (N-P-K-Na-Ca-Mg-Fe-Cu-Zn-Mn) contents were investigated. These results were evaluated by comparing with control group and different LDA applications significantly reduced other growth characteristics except leave numbers and root dry matter ratios. The silage yield of maize, N/Protein ratio, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn contents of the leaves decreased significantly compared to the control; The K and Fe content of leaves increased significantly compared to the control. The P and Na content of the leaves were not affected by the treatments. As a result, in our study, different effects of LDA on silage corn yield, plant growth characteristics, and elemental content of leaves have been observed. For this reason, the use of wastes should be supported with scientific data by testing the LDA on corn and other plants with field experiments.

**Keywords:** Lavandin distillation waste, corn, plant nutrients

## GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler başta gıda ve sağlık olmak üzere pek çok alanda kullanılan hammadde kaynaklarıdır. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımlarındaki artış, doğal ürünlere olan talebin ve yeni kullanım alanlarının çoğalmasından kaynaklanmaktadır (Temel, Tınmaz, Öztürk ve Gündüz, 2018). Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler ticaretinde önde gelen ülkelerden biridir. Ülkemizin geniş yüzölçümü, yüksek tarımsal potansiyeli, coğrafi konumu, farklı iklim özellikleri ve yüksek bitki biyoçeşitliliği bunun nedenleri olarak görülebilir. Bitkisel ürün hammaddelerinin birçoğunun ülkemiz florasında doğal olarak bulunması, gelişmiş ülkelerdeki yerleşmiş bitkisel ilaç, bitki kimyasalları, gıda ve gıda katkı maddeleri ile kozmetik ve parfümeri sanayilerine doğal kaynak oluşturmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Ülkemizin flora zenginliğine rağmen tarımı yapılarak üretilen tıbbi ve aromatik bitki sayısı fazla değildir. Üretimi yapılan bitkilerden biri olan lavanta, yıllara göre üretim alanı ve üretim miktarları giderek artan bir bitki olmuştur. Lavanta ekim alanı ve üretim miktarı 2012 yılında 509 dekar (da) alanda 123 ton iken (Kırıcı, 2015), günümüzde ise 11.903 da alanda 1462 ton olarak gerçekleştiği belirtilmektedir (TÜİK, 2020). Lavanta bitkisinin yüksek gelir getirme potansiyeli olan uçucu yağı; cilt bakımında ve parfüm yapımında kullanılmaktadır. Lavanta bitkisinin yağı, üretimi ve pazarlaması artan bir ürün olup, ülkemizin özellikle Batı Anadolu, Ege ve Marmara Bölgeleri'nden elde edilmektedir (Tanker, Şarer ve Başaran, 1977).

Türkiye ve Dünya'da her geçen gün tıbbi ve aromatik bitkilerin ve bunların yan ürünlerinin kullanımı artmaktadır. Yağı için doğadan toplatılan veya üretilen bitkilerin distilasyonu sonunda arta kalan posa veya atık denilen materyallerin bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla özellikle atık malzemelerin biyokütle olarak kompost ya da biyokömüre dönüştürüldüğü yöntemler hem çevreci hem de ekonomik bir kazanç kapısı olabileceği gibi biyogaz üretiminde de kullanılabilirliği şeklindeki yaklaşımlar, bu tür atıkların potansiyel kullanım alanları açısından önem arz etmektedir (Saha ve Başak, 2020).

Tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda, öncelikle bu tür bitkilerin değişik yöntemlerle elde edilen esansiyel yağlarının sahip oldukları etken maddelerin özellikleri üzerinde durulduğu görülmektedir. Ancak bu tür bitkiler yaygınlaştıkça yağları alındıktan sonra kalan atıklarının ne yapılacağı sorusu sıkça sorulmaya başlanmıştır. Çünkü bu tür atıklardaki kalıntı yağlar ve kokular nedeniyle doğrudan hayvan beslemede kullanılmadığı (Binbir, 2021), topraklara karıştırıldığında ise diğer bitkilerin çimlenme oranlarını düşüren allelopatik etkilere neden olabileceği (Erbaş, Özen ve Baydar, 2011; Kara, 2016; Özen, Yıldız ve Çamlıca, 2017; Binbir, Türkmen, Çıkılı, Coşkun ve Taş, 2021) bildirilmektedir. Aynı zamanda bu tür atıkların topraktaki bazı patojen bakteriler üzerinde anti bakteriyel etkiler gösterdiği (Hui ve ark., 2010), zamanla atıkların toprak organik maddesine dönüşmesi durumunda ise toprakta N ve P besin maddelerinin depolanma/tutulma kapasitesinin arttığı, toprakta pH değişimleri ve tuzlanmanın

tamponlandığı ve bitkilerin hastalık ve zararlılara direncinin de arttığı bildirilmektedir (Kınacı, 2018). Son yıllarda bu tür bitki materyallerinin kompostlaştırılması yerine biyokömürleştirilerek (biochar) topraklarda organik karbon kaynağı olarak kullanılması da önerilmektedir (Ortas ve Lal, 2012).

Lavanta yağının son yıllarda çeşitli sektörlerde kullanımlarının artmasıyla lavanta bitkisi üretiminin yaygınlaşması ve dolayısıyla bu bitkinin distilasyon atıklarının giderek arttığı görülmektedir. Bu durum bu tür organik materyallerin doğru metotlarla toprağa geri kazandırılması ve tarımsal ürünlere olumlu/olumsuz etkileri yönlerinden bilimsel araştırmalar yapılmasını gerektirmektedir. Bu tür çalışmalar oldukça sınırlı olup lavanta atıklarının geri dönüşümü veya zararsız şekilde bertaraf edilmesi lavanta tarımının sürdürülebilirliğine ve yaygınlaşmasına katkı sağlayabilir.

Bu kapsamda yapılan bu çalışma; lavanta bitkisinin distilasyonu sonrası kalan selülozik atıklarının; mevcut haliyle, saman olarak, kompost yapılarak ve biyokömür haline getirilerek toprağa karıştırıldıktan sonra mısır bitkisinin verim ve verim öğelerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla kurgulanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

**Lavanta distilasyon atıklarından deneme materyallerinin elde edilmesi:** Çalışmada, Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı Çiftçi Eğitim Şube Müdürlüğü (BAÇEM) lavanta bahçesinden 2019 Haziran ayı itibarıyla üç yaşındaki lavanta (*Lavandula x intermedia*) bitkisinden elde edilen lavanta çiçekleri materyal olarak kullanılmıştır. Lavanta çiçekleri saplarıyla birlikte hasat edildikten sonra aynı kurumda 130 °C'de 4 saat buhar distilasyonuna tabi tutulmuş, distilasyon ile uçucu yağ ve hidrosolü ayrılan lavanta çiçek saplarına kompostlaştırma ve biyokömürleştirme işlemleri uygulanarak "lavanta kompostu" ve "lavanta biyoçarı" elde edilmiştir. Distile edilen çiçek saplarından temsilen ayrılan bir kısmı kapalı garajda gölgede harman kuruluğuna ulaştıktan sonra çelik bıçaklı ve 5 mm elek çaplı yem kırma makinasında ufalanarak LDA'nın "saman" hali elde edilmiştir. Elek üstü ise "sap" olarak nitelendirilmiştir.

Lavanta kompostu; saman haline getirilen atıkların bir kısmı beton zemin üstünde yığın haline getirilerek başlangıç nemi %65-70 olana kadar su eklenmesiyle başlatılmış, başka herhangi bir materyal katılmamıştır. Bu yığın her hafta karıştırılarak ve örnekler alınarak materyalin nem, pH ve EC değerleri izlenmiş, materyalin nem içeriği sabit tutulmaya çalışılmıştır. Zaman içinde aerobik ve anaerobik mikroorganizma faaliyetlerinin etkisiyle oluşan kompostun; kokusuz, süngerimsi dokulu, başlangıçtaki materyalin artık tanınmadığı, elle muayenesinde ıslaklık ve kuruluk hissi vermeyen, kahve renkli bir materyal haline geldiği görülmüştür. Bu materyalin kompost oluşum süreci yaklaşık sekiz ay sürmüştür.

Lavanta biyokömürünün elde edilmesi ise kuru LDA'nın ufalama ve eleme işlemleri sonrasında yine elek altında kalan kısmının piroliz cihazında (0-700 °C arasında kademeli ısılarda çalışabilen laboratuvar ölçekli, çoklu ısı kontrol üniteli proje ekibince özel olarak tasarlanmış bir cihaz) 300 °C'de kısıtlı oksijen şartlarında en az 4 saat tutulmasıyla elde edilmiştir. Quicker ve Weber (2016) biyoçar üretiminde en önemli değişikliklerin 200-400 °C sıcaklık dereceleri arasında görüldüğünü bildirmiş ve elde edilen biyoçarın Weber ve Quicker (2018) tarafından bildirilen kriterlere uygun olduğu anlaşılan kadar yapılan ön inceleme, deneme ve analizler sonucunda lavanta çiçek saplarına özgü olarak belirlenmiştir. Çalışmada lavanta çiçek sapları için en yüksek biyoçar verimi yaklaşık %40 olarak bu sıcaklıkta (300 °C) belirlenmiştir. Biyokömürleştirme işleminde cihaza konulan ve biyokömür olarak çıkan materyal miktarları ölçülerek cihazın ortalama piroliz veriminin kuru ağırlık bazında %30-%40 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Deneme materyallerinin nem, organik madde (OM) kapsamı ve besin maddeleri (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) içeriklerine ait temel analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Denemede kullanılan mısır bitkisi:** Denemede Tareks TK 6063 slajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Çeşit, yüksek verimli (ortalama 7.209 kg da<sup>-1</sup>) olup Tarım ve Orman Bakanlığı teknik analiz sonuçlarına göre çok kaliteli silaj değerlerine sahip bir çeşit olarak tescil edilmiştir.



Çizelge 1. Lavanta materyallerinin bazı özellikleri ve makro-mikro besin maddesi içerikleri

| Materyal        | Nem* (%) | OM** (%) | N (%) | Makro Elementler*** (mg kg <sup>-1</sup> ) |       |      |       |      | Mikro Elementler*** (mg g <sup>-1</sup> ) |       |       |       |
|-----------------|----------|----------|-------|--|-------|------|-------|------|---|-------|-------|-------|
|                 |          |          |       | P  | K     | Na   | Ca    | Mg   | Fe  | Cu    | Zn    | Mn    |
| Lav. Kompostu   | 66.1     | 79.6     | 1.004 | 1.36                                       | 11.37 | 1.18 | 11.30 | 2.48 | 583.5                                     | 10.52 | 24.79 | 25.24 |
| Lav. Biyokömürü | 5.31     | 59.7     | 1.549 | 2.87                                       | 30.97 | 2.30 | 21.48 | 5.03 | 1332                                      | 20.66 | 50.05 | 51.64 |
| Lav. Sapı       | 8.79     | 86.2     | 0.812 | 1.10                                       | 12.51 | 0.96 | 6.40  | 1.46 | 163.2                                     | 10.27 | 14.07 | 14.65 |
| Lav. Samanı     | 9.16     | 78.1     | 1.242 | 1.41                                       | 15.91 | 1.28 | 12.20 | 2.71 | 743.9                                     | 12.32 | 27.39 | 29.02 |

\*: Etüvde 80 C'de ağırlık kaybı üzerinden belirlenmiştir (Allmaras ve Gardner, 1956), \*\*:Yanma kaybıyla yapılmıştır (DIN 11542, 1978) \*\*\*:Yaş yakma sonrası elde edilen çözültide ICP-OES cihazı yardımıyla belirlenmiştir (Soltanpour, 1991).

**Denemede kullanılan toprak materyali:** Denemede kullanılan saksı toprağı önceden tarla bitkileri ekimi yapılan bir alanın 0-20 cm yüzeyinden alınarak denemenin kurulacağı BAÇEM sera bölgesine getirilmiş 4 mm'lik elekten elenerek saksılara doldurulmuştur.

**Deneme materyali analizleri:** Deneme öncesi alınarak laboratuvara nakledilen toprak örnekleri gölgede kurutulmuş hava kuru hale getirilmiş, sert polipropilen çekiçle temiz bir plastik leğende ufalanarak toprak agregatları parçalanmış ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama Merkez Laboratuvarları (ÇOBİLTUM) ile ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarları'nda yapılmıştır (Çizelge 2).

**Denemenin kurulması ve yürütülmesi:** Deneme Balıkesir ili Burhaniye ilçesinde bulunan BAÇEM'de polietilen yüksek tünel serada kurulmuştur. Deneme materyalleri hazırlandıktan sonra; 30 x 30 cm ebatlarında, polipropilen saksılara 4 mm'lik elekten elenmiş, kurutulmuş

ve hava kuru durumda iken nem miktarları belirlenmiş (Allmaras ve Gardner, 1956) topraklardan tartılarak kuru ağırlık olarak saksı başına 21 kg toprak temiz bir zemin üzerine dökülmüştür. Bu topraklara önceden hazırlanmış ve nem içerikleri yine önceden belirlenen (Çizelge 2) deneme materyalleri kütlece kuru madde bazında %1 (2.1 kg saksı<sup>-1</sup>) oranında homojen olarak karıştırılmıştır. Bu oran deneme toprağının çok düşük organik madde seviyesini artırarak sürdürülebilir tarım için çiftçilere önerilen %3 organik madde seviyesine (Gezgin, 2018) ulaştırmak amacıyla seçilmiştir. Her deneme materyali için ayrı ayrı tekrarlanan bu işlemler sonrasında elde edilen karışımlar ve hiçbir materyal katılmayan kontrol toprağı dört tekerrürlü olarak saksılara doldurulmuştur. Saksılar tarla kapasitesine kadar sulanarak bir haftalık dinlenmeye bırakıldıktan sonra her bir saksıya beşer adet mısır tohumu ekilmiştir. Ekimden hemen sonra saksılara can suyu uygulanmış ve saksılar yeniden tartılarak tarla kapasitesine kadar suları tamamlanmıştır. Denemenin kurulumu tamamlandıktan sonra saksılar seraya 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yerleştirilmiştir.

Çizelge 2. Deneme toprağının temel analiz sonuçları

| Element/Özellik | Miktarı | Birimi | Durumu       | Analiz Yöntemi  |
|-----------------|---------|--------|--------------|---|
| Kum*            | 74.50   | %      | Tın          | Hidrometre yardımıyla, Bouyoucos (1951)                   |
| Silt*           | 15.20   | %      |              |   |
| Kil*            | 9.350   | %      |              |   |
| pH*             | 7.330   | --     | Hafif alkali | 1:2.5 toprak:su karışımında pH metre ile, Richards (1954) |

|   |       |                     |            |  |
|---|-------|---------------------|------------|--|
| Tuz*  | 0.007 | %                   | Tuzsuz     | 1:2.5 toprak:su karışımında EC metre ile, Richards (1954)  |
| Kireç*                                      | 1.180 | %                   | Az         | Kalsimetre ile volumetrik olarak, Allison ve Moodie (1965)   |
| Organik Madde*                              | 0.754 | %                   | Çok az     | Kromik asitle yaş yakma sonrası titrimetrik olarak, Jackson (1958)                                   |
| Tarla Kapasitesi*                           | 15.54 | %                   | --         | Basınçlı membran cihazı yardımıyla 1/3 atmosferde, Klute (1986)                                      |
| Solma Noktası*                              | 7.700 | %                   | --         | Basınçlı membran cihazı yardımıyla 15 atmosferde, Klute (1986)                                       |
| Toplam N*                                   | 0.038 | %                   | Çok az     | Yaş yakma sonrası kjeldahl cihazı ile, Kacar ve İnal (2010)  |
| Alınabilir P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ** | 25.56 | kg da <sup>-1</sup> | Çok yüksek | NaHCO <sub>3</sub> ile çözeltiye alınan P, spektrofotometre ile, Olsen (1954)                        |
| Alınabilir K <sub>2</sub> O**               | 40.58 | kg da <sup>-1</sup> | Fazla      | AB-DTPA Ekstraksiyonu ile çözeltiye alınan elementlerin ICP-OES cihazı ile, Soltanpour (1991)'e göre |
| Alınabilir Ca**                             | 1.960 | g kg <sup>-1</sup>  | Yeterli    |  |
| Alınabilir Mg**                             | 281.4 | g kg <sup>-1</sup>  | Yeterli    |  |
| Alınabilir Na**                             | 54.50 | g kg <sup>-1</sup>  | --         |  |
| Alınabilir Fe**                             | 11.82 | mg kg <sup>-1</sup> | Çok yüksek |  |
| Alınabilir Cu**                             | 2.970 | mg kg <sup>-1</sup> | Fazla      |  |
| Alınabilir Zn**                             | 0.970 | mg kg <sup>-1</sup> | Yeterli    |  |
| Alınabilir Mn**                             | 5.290 | mg kg <sup>-1</sup> | Yeterli    |  |

\*: ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarları'nda yapılmıştır, \*\*: ÇOBİLTUM'nde yapılmıştır. Yeterlilik durumları Müftüoğlu ve ark. (2014) ve Soltanpour (1991)'e göre yorumlanmıştır.

Serada haftada bir yeri değiştirilen saksılardaki çimlenen mısır bitkileri 4 yapraklı döneme geldiğinde seyreltme yapılmış ve her saksıda bir bitki bırakılmıştır. Bitkilerin gelişimi boyunca sulamalarda her saksıya aynı miktarda su verilmiş ve yapılan gözlem ve incelemelerde bitkilerde hastalık ve zararlılara rastlanmamış, herhangi bir ilaçlama yapılmamıştır. Denemede toprağında eksik olarak tespit edilen N için 50 ppm'lik amonyum sülfat (%21 N) gübresi bitkiler seyreltikten sonra sulama suyuna karıştırılarak saksılara uygulanmıştır.

**Mısır bitkisinin hasadı, bitki gelişim özellikleri ve makro-mikro elementlerin ölçüm ve analizleri:** Saksılarda büyüyen mısırların koçanlarındaki dane doluluk düzeylerine göre silajlık hasat zamanı kararlaştırılan bitkiler boyları ölçüldükten sonra kök boğazının hemen üstünden kesilerek hasat edilmiştir. Bitki boyu kök boğazından bitkinin bayrak yaprağının ucuna kadar ölçülmüştür. Bitki çapı, kök boğazından sonraki birinci ve ikinci boğum arasından dijital kumpas yardımıyla farklı açılardan ölçülerek

ortalaması alınmıştır. Saksılardaki bitkilerin yaprak sayıları hasat öncesi sayılarak belirlenmiştir.

Kök ve gövde yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak elde edilmiştir. Bitki köklerinin yaş ağırlıkları, tartım öncesinde suya doymuş hale getirilmiş saksıların temiz bir elek üzerine dökülerek yıkanması ve elek üzerinde kalan kök parçalarıyla birlikte toplanıp tartılması şeklinde elde edilmiştir. Bitki kuru ağırlıkları, kök ve gövde yaş ağırlıkları ölçüldükten sonra etüvde sabit ağırlığı ulaşınca kadar 80 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra yine hassas terazide tartılarak elde edilmiştir (Kacar ve İnal, 2010; Müftüoğlu, Türkmen ve Çıkkılı, 2014).

Yaprak analizleri için mısır bitkilerinin koçanları karşısında bulunan yapraklardan örnekler alınmış ve yaprak numunelerinin yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Alınan yaprak numunelerinin önce iki kez musluk suyu, daha sonra iki kez saf sudan geçirilerek yıkanmış ve etüvde sabit ağırlığı ulaşınca kadar 80 °C'de kurutulmuştur. Yaprak

numunelerinin belirlenen yaş ve kuru ağırlıkları bitki silajlık verim hesaplarına dâhil edilmiştir. Etüvde kurutulmuş yaprak örnekleri bitki değirmeni ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak örneklerinin 500 °C'de kuru yakma yöntemine göre yakılması ile elde edilen bitki süzüklerinde (Kacar ve İnal, 2010; Müftüoğlu ve ark., 2014), makro ve mikro besin maddeleri İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) cihazı yardımıyla belirlenmiştir (Soltanpour, 1991).

Mısır bitkisi yapraklarında toplam N ve protein içeriği belirlenmesi için ise öğütülmüş yapraklarının sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile yaş yakılması sonrası, mikro Kjeldahl cihazı yardımıyla distile edilerek %N içerikleri belirlenmiştir (Kjeldahl, 1883; Bremner, 1965). Belirlenen %N içerikleri üzerinden 6.25 faktörü ile çarpılarak yaprakların protein

değerleri hesaplanmıştır. (Kacar ve İnal, 2010).

**İstatistik analizler:** Tüm veriler SAS V8 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine (ONE-WAY ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ( $\alpha=0.001$ ) Student's-t testiyle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve değişimler farklı harflerle belirtilmiştir (Düzgüneş, Kesici ve Gürbüz, 1993).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

**Uygulamaların mısır bitkisinin gelişim özelliklerine etkileri:** Farklı işlemler uygulanmış LDA'nın serada yetiştirilen silajlık mısır bitkisi gelişim özellikleri üzerine etkilerine ait varyans analizleri yapılmış ve tekerrürlerin ortalaması üzerinden istatistik farklılıklar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Mısır bitkisi gelişim özelliklerinin farklı LDA uygulamalarına göre değişimi

| Özellikler                 | Kontrol             | Kompost             | Biyokömür           | Sap                 | Saman               |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Bitki Boyu (cm)            | 148.3 ab*           | 162.0 a             | 159.9 ab            | 144.9 b             | 127.3 c             |
| Bitki Çapı (mm)            | 22.75 b             | 24.25 ab            | 26.25 a             | 22.00 b             | 18.50 c             |
| Yaprak Sayısı (adet)       | 15.00 <sup>öd</sup> | 14.50 <sup>öd</sup> | 16.00 <sup>öd</sup> | 14.75 <sup>öd</sup> | 13.75 <sup>öd</sup> |
| Gövde Yaş Ağırlığı (g)     | 622.7 a             | 460.3 b             | 510.3 b             | 358.6 c             | 243.9 d             |
| Gövde Kuru Ağırlığı (g)    | 112.5 a             | 96.30 a             | 100.1 a             | 70.40 b             | 42.90 c             |
| Gövde Kuru Madde Oranı (%) | 18.10 bc            | 20.88 a             | 19.60 ab            | 19.65 ab            | 17.41 c             |
| Kök Yaş Ağırlığı (g)       | 223.8 b             | 315.0 a             | 212.5 b             | 185.0 b             | 110.5 c             |
| Kök Kuru Ağırlığı (g)      | 68.25 b             | 95.00 a             | 66.25 b             | 58.25 b             | 30.50 c             |
| Kök Kuru Madde Oranı (%)   | 30.52 <sup>öd</sup> | 30.13 <sup>öd</sup> | 31.22 <sup>öd</sup> | 31.57 <sup>öd</sup> | 28.04 <sup>öd</sup> |
| Kök/Gövde Oranı            | 60.79 c             | 93.67 a             | 66.98 c             | 83.25 ab            | 69.65 bc            |

\*: Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, öd: Önemli değil.

Çizelge 3 incelendiğinde, LDA uygulamalarının mısır bitkisinin gövde kuru madde oranına, bitki boyu ve bitki çapına, gövde yaş ve kuru ağırlıklarına, kök yaş ve kuru ağırlıklarına ve bitkinin kök/gövde oranına etkilerinin önemli olduğu; yaprak sayısı ve kök kuru madde oranındaki değişimlerin ise önemsiz seviyelerde olduğu tespit edilmiştir ( $p \leq 0.001$ ).

Uygulamalar arasında ortalama en uzun bitki boyu kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kontrol, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Biyokömür ve kontrol uygulamaları

arasındaki değişim önemsizken; kompost, sap ve saman uygulamalarının aralarındaki ortalama bitki boyu değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ortalama bitki çapı en fazla biyokömür uygulamasında tespit edilmiş bu uygulamayı sırasıyla kompost, kontrol, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kontrol, kompost ve sap uygulamaları arasındaki çap değişimleri önemsiz olmuş, biyokömür uygulamasında en yüksek çaplı bitkiler elde edilirken en düşük çapta bitkilere saman uygulamalarında rastlanmıştır. Uygulamaların ortalama yaprak sayısına etkileri istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Farklı LDA uygulamaları sonucu ortalama gövde yaş ağırlığı en yüksek kontrol uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Biyokömür ile kompost uygulamalarının arasındaki yaş ağırlık değişimi önemsizken; kontrol, sap ve saman uygulamalarının ortalama gövde yaş ağırlığı farkları önemli olmuştur. Tüm LDA uygulamaları dikkate alındığında kontrol uygulamasına oranla ortalama gövde yaş ağırlıklarındaki azalma önemli seviyelerde olmuştur.

Uygulamalar arasında ortalama gövde kuru ağırlığı benzer olarak en yüksek kontrol uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kontrol, kompost ve biyokömür uygulamalarının arasındaki değişimler önemsiz olmuş; ancak sap ve saman uygulamaları arasındaki ortalama gövde kuru ağırlıkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sap ve saman uygulamaları kontrol uygulamasına göre gövde kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur.

Uygulamalar arasında ortalama gövde kuru madde oranı en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmişken; bu uygulamayı sırasıyla sap, biyokömür, kontrol ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kompost ile saman uygulamaları arasındaki ortalama gövde kuru madde oranı farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamaların ortalama kök yaş ağırlığına etkisi en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla kontrol, biyokömür, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kompost, kontrol-biyokömür-sap ve saman uygulamaları arasındaki ortalama kök yaş ağırlığı değişim farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kompost uygulamasında kontrol uygulamasına göre ortalama kök yaş ağırlığı artmıştır. Kontrol, biyokömür ve sap uygulamaları arasındaki ortalama kök yaş ağırlık farkı istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Uygulamalar arasında ortalama kök kuru ağırlığı en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla kontrol, biyokömür, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kontrol, biyokömür ve sap uygulamaları arasındaki kök kuru ağırlıkları değişimleri önemsiz olmuş, kompost ve saman uygulamaları arasındaki

ortalama kök kuru ağırlıkları ise istatistiksel olarak önemli miktarda değişmiştir. LDA Kompostu uygulaması kontrol uygulamasına göre ortalama kök kuru ağırlığını artırmıştır. Ortalama kök kuru madde oranına uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Uygulamaların ortalama kök kuru madde oranı sırasıyla sap, biyokömür, kontrol, kompost ve saman olarak tespit edilmiştir.

Uygulamalar arasında ortalama kök/gövde oranı en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla sap, biyokömür, kontrol ve saman uygulamaları takip etmiştir. Sap ve saman uygulamaları ile kontrol ve biyokömür uygulamaları arasındaki değişimler önemsiz olmuş; diğer uygulamalar arasındaki kök/gövde oranları istatistiksel açıdan önemli farklar göstermiştir. Farklı işlemler uygulanmış lavanta distilasyon atıklarının mısır bitkisine uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte bazı çalışmaların sonuçları ile çalışmamızın sonuçları benzeşmekte, bazı çalışmalarla ise benzer sonuçlar göstermemektedir. Bunlardan birkaçı aşağıda verilmiştir.

Müftüoğlu, Türkmen ve Kavdır (2019)'ın çay çöpünden kompost yapımı ve oluşan kompostun bazı özellikleri üzerine yaptıkları çalışma ile LDA kompostunun özellikleri benzerlik göstermektedir. Ancak çay çöpi ile mısır yetiştirilmediği için mısır bitkisi gelişim özellikleri üzerine tartışılacak veri bulunmamaktadır.

Namlı, Akça ve Akça (2017), tavuk altığı ve fındikkabuğu biyokömürü uygulamalarının tarla koşullarında buğdayın bitki boyuna etkisinin kontrole göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada yine mısır bitki boyuna lavanta biyokömürünün olumlu etkisi olduğu bulunmuştur. Fakat kontrol ve biyokömür uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Elmacı, Seçer, Ceylan ve Öztan (2009), kekik ve kimyon işletmesi organik atıklarının kompost hallerini I. ürün kanola ve II. ürün mısır bitkilerinde vejetatif dönemde etkisini inceledikleri çalışmada; kekik atıklarının I. ürün kanola ve II. ürün mısır bitkilerinde bitki boyuna etkisinin kontrol uygulamalarına oranla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçla çalışmada elde edilen kompost uygulamasındaki yüksek bitki boyunun kontrole göre yüksek olması yönüyle benzerlik göstermektedir.

Sevilir (2019) sera koşullarında yaptığı çalışmada, mısır bitkisine uyguladığı biyokömürün tipi ve uygulama dozunun birlikte bitki kuru ağırlığına etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Benzer olarak bu çalışmada; aralarında biyokömürün de bulunduğu uygulamaların ortalama mısır gövde kuru madde oranlarına önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Akşahin ve Gülser (2019) bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelerin çemen bitkisinin gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada; organik materyallerin bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı gibi parametreleri istatistiksel olarak etkilediği belirtilmiştir. Bu çalışmayla; lavanta bitkisi atıklarının mısır bitkisinde yaprak sayısı ve kuru madde oranı dışındaki incelenen tüm diğer özelliklerde önemli pozitif etkilerinin görüldüğü çalışmamız, benzerlik göstermektedir.

**Uygulamaların mısır bitkisinde silajlık verim, yaprakta protein ve makro-mikro besin elementlerine etkileri:** Farklı işlemler uygulanmış LDA'nın serada yetiştirilen silajlık mısır bitkisinin birim alandan (da) elde edilen silajlık verimi, yaprakta protein miktarı ve makro-mikro besin elementleri konsantrasyonlarına etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelenmiş ve bu özelliklerdeki önemli değişimler ve önemlilik dereceleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Farklı işlemler sonucu elde edilen LDA uygulamalarının birim alandaki ortalama silajlık mısır verimine etkileri önemli farklılıklar oluşturmuştur. Bu uygulamalar aynı zamanda mısırın yaprak proteini ile makro elementlerden N, K, Ca, Mg ve mikro elementlerden Fe, Cu, Zn, Mn konsantrasyonlarına etkilerinin önemli derecede farklılıklar oluşturduğu; ancak bu uygulamaların mısır bitkisi yapraklarındaki P ve Na konsantrasyonlarına etkilerinin ise önemsiz düzeyde olduğu tespit edilmiştir ( $p \leq 0.001$ ).

Çizelge 4. Mısır bitkisi silajlık verimi ile yaprağındaki protein ve makro elementlerin farklı LDA uygulamalarına göre değişimleri

| Özellikler                            | <i>Kontrol</i>      | <i>Kompost</i>      | <i>Biyokömür</i>    | <i>Sap</i>          | <i>Saman</i>        |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Silajlık verim (kg da <sup>-1</sup> ) | 8441 a*             | 6740 b              | 6879 b              | 5085 c              | 3596 d              |
| Protein miktarı (g kg <sup>-1</sup> ) | 135.5 a             | 92.20 c             | 110.5 b             | 79.15 d             | 77.42 d             |
| N (g kg <sup>-1</sup> )               | 21.68 a             | 14.75 c             | 17.68 b             | 12.66 d             | 12.39 d             |
| P (mg g <sup>-1</sup> )               | 1.995 <sup>öd</sup> | 2.013 <sup>öd</sup> | 2.351 <sup>öd</sup> | 2.440 <sup>öd</sup> | 2.458 <sup>öd</sup> |
| Mg (mg g <sup>-1</sup> )              | 2.456 a             | 1.890 b             | 1.843 b             | 1.514 c             | 1.370 c             |
| K (mg g <sup>-1</sup> )               | 18.23 b             | 21.73 a             | 21.97 a             | 21.35 a             | 22.72 a             |
| Ca (mg g <sup>-1</sup> )              | 4.525 a             | 2.930 b             | 2.965 b             | 2.225 c             | 2.045 c             |
| Na (mg g <sup>-1</sup> )              | 1.670 <sup>öd</sup> | 1.630 <sup>öd</sup> | 1.690 <sup>öd</sup> | 1.575 <sup>öd</sup> | 1.645 <sup>öd</sup> |
| Fe (mg kg <sup>-1</sup> )             | 93.07 b*            | 87.43 c             | 109.27 a            | 68.39 d             | 70.37 d             |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> )             | 6.361 a             | 5.455 c             | 6.083 b             | 5.169 d             | 5.027 d             |
| Zn (mg kg <sup>-1</sup> )             | 33.23 a             | 23.34 c             | 27.51 b             | 22.35 c             | 20.10 d             |
| Mn (mg kg <sup>-1</sup> )             | 37.43 a             | 28.82 b             | 26.14 cd            | 27.50 bc            | 23.80 d             |

\* : Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, öd: Önemli değil.

Çizelge 4 incelendiğinde, LDA uygulamaları arasında birim alana ortalama en yüksek verim kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip

etmiştir. Kompost ile biyokömür uygulamalarının arasındaki değişim önemsizken, diğer uygulamalar arasında verim farkları istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.



Mısır bitkisi yapraklarında ortalama protein miktarları en yüksek kontrol uygulamasında olmuş; bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Sap ve saman uygulamaları arasındaki fark dışındaki tüm uygulamalar arasındaki protein miktarları istatistiksel olarak önemli miktarlarda değişmiştir. Bu durum yaprakların N içeriklerinde de benzer şekilde aynı gruplarda görülmüştür.

LDA uygulamalarının yaprakta ortalama P konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak önemli olmamış, ancak çalışmada uygulamaların P konsantrasyonları sırasıyla çoktan aza doğru; saman, sap, biyokömür, kompost ve kontrol şeklinde değiştiği tespit edilmiştir.

LDA uygulamaları ile yaprakta ortalama Mg konsantrasyonu en yüksek kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla kompost, biyokömür, sap ve saman uygulamaları izlemiştir. Kompost ve biyokömür uygulamaları ile sap ve saman uygulamaları arasındaki Mg değişimleri önemsizken değişimler sergilerken; kontrol grubu ile tüm diğer uygulamalar arasındaki yaprak Mg konsantrasyonları önemli derecede azalmıştır.

Yaprakta ortalama K konsantrasyonu en yüksek saman uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve kontrol uygulamaları izlemiştir. K miktarlarında istatistiksel farklar olmadığı, sadece kontrol grubundaki yaprakların K konsantrasyonunun önemli derecede düşük kaldığı görülmüştür.

Uygulamaların yaprakta Ca konsantrasyonlarına etkileri incelendiğinde; en yüksek Ca seviyesi kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kompost ile biyokömür arasında ve sap ile saman arasında istatistik fark görülmemişken, tüm uygulamalar dikkate alındığında yaprakların Ca konsantrasyonları önemli farklılıklar göstermiştir.

Mısır bitkisi yapraklarındaki Na konsantrasyonları uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli değişimler göstermemiştir. Çalışmada uygulamaların ortalama Na konsantrasyonu yüksekten başlayarak; biyokömür, kontrol, saman, kompost ve sap uygulamaları şeklinde sıralanmıştır.

Yaprakların mikroelement konsantrasyonları LDA uygulamalarına göre önemli derecede değişmiş; bunlardan yapraktaki Fe konsantrasyonu en yüksek biyokömür uygulaması ile elde edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla kontrol, kompost, saman ve sap uygulamaları izlemiştir. Sap ve saman uygulamaları arasındaki fark hariç, diğer uygulamalar arasında yaprakların Fe konsantrasyonları bakımından önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

Yaprakta Cu konsantrasyonları bakımından en yüksek değerler kontrol uygulamasından elde edilmiş; bu değerleri sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamalarından elde edilen ortalamalar izlemiştir. Kompost ve sap uygulamaları arasındaki yapraklardaki Fe konsantrasyonları değişimi önemsizken; kontrol ve diğer uygulamalardaki yaprak Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmuştur.

LDA uygulamaları arasında yaprakların Zn konsantrasyonlarında en yüksek değerler kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları izlemiştir. Kompost ve sap uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış diğer gruplarla aralarındaki Zn konsantrasyonları farklı olmuştur.

Yaprakların ortalama Mn konsantrasyonlarında ise en yüksek değer kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bunu sırasıyla kompost, sap, biyokömür ve saman uygulamaları takip etmiştir. Tüm LDA uygulamaları kontrole göre yaprakta Mn konsantrasyonlarını azaltmıştır. Biyokömür ve sap uygulamaları aynı grupta yer alırken; diğer uygulamalar arasındaki ortalama yaprak Mn konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir.

LDA ve farklı işlemlerden geçirilen LDA'nın tarımsal ürün yetiştiriciliğinde kullanımına yönelik çalışmalara sık rastlanmamaktadır. Genel olarak tıbbi aromatik bitkilerin ve elde edilen yağlarının allelopatik etkilerine yönelik çalışmalar yaygın olarak görülmektedir (Binbir, 2021; Binbir ve ark., 2021). Özgüven, Kaya, Yılmaz, Kırıcı ve Tansı (1999)'nın sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, farklı dozlardaki tütün atıklarının test bitkilerine (buğday-

susam) verim olarak etkilerinin en az mineral gübre kadar olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmadaki LDA uygulamalarıyla birim alandan en yüksek verim kontrol grubundan elde edilmiştir. Yani çalışmamızdaki tüm LDA uygulamaları kontrole göre mısır bitkisinde silajlık verimi önemli ölçüde düşürmüştür.

Uygulamaların mısır bitkisi yapraklarındaki mikro besin maddeleri konsantrasyonlarına etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıklar genel olarak, kontrol uygulaması ile saman uygulaması arasında göze çarpmaktadır. Yaprakların mikro besin elementi içeriklerindeki farklılıklar birçok nedene bağlı olabilir. Bunlardan biri olan toprak reaksiyonunun bitki besin maddelerinin alınabilirliği ve topraktaki çözünürlüklerine etkileri çok önemlidir (Kacar, 2019).

Bitkiden bitkiye farklılık göstermesine bağlı olmakla beraber toprak pH'sının mikro element yarayırlılığı için 5.8–6.2 arasında olması tavsiye edilmektedir (Argo, 2003; Kacar, 2019). Tüm bitki besin maddelerinin yarayırlı olduğu ortak bir pH aralığı bulunmamakta, bu durum bitki türüne bağlı olarak da değişmektedir (Mullins ve Hansen, 2006).

Akşahin ve Gülser (2019) çay atığı kompostu ve atık mantar kompostu kullandıkları çalışmalarında, organik materyal çeşidinin çemen bitkisinin N, Ca, Mg, Fe ve Zn içeriklerine önemli düzeyde etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Demir ve Çimrin (2011) yaptıkları çalışmada mısır bitkisine artan dozlarda arıtma çamuru ve humik asit uygulamaların bitki toprak üstü aksamındaki K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve bazı ağır metal konsantrasyonlarında önemli artışlara neden olduğunu, ancak P konsantrasyonlarına etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada toprağa %1 oranında farklı LDA verilmiş olmasına rağmen, mısır bitkisinin yapraklarındaki mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu) azalmış, ancak LDA uygulamalarının yaprakların P konsantrasyonlarına etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Çeşitli işlemlerden geçirilmiş LDA'nın mısır bitkisi veya başka bitkilere artan dozlarda uygulanması durumunda farklı sonuçlar elde edilebilir.

Yapılan bir başka çalışmada (Gümü, Negiş ve Şeker, 2022), ahır gübresi biyokömürü uygulamalarının mısır bitkisinde bitki boyu, biyokütle verimi, yaprakların

klorofil içeriği gibi gelişim özelliklerine üzerine önemli etkileri olduğu ve biyokömür uygulamalarıyla mısır bitkisinin K, P, Mn ve Zn içeriklerinin önemli ölçüde arttığı ifade edilmiştir. Ancak bu çalışmadaki lavanta distilasyon atıklarından elde edilen biyokömür uygulaması ile yapraklarda K ve Fe dışındaki incelenen diğer makro-mikro besin elementlerinin (N, P, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Mn) kontrole göre azaldığı görülmüştür. Biyokömür elde edilen materyallerin çeşidi, biyokömürleştirme sıcaklıkları, süreleri, biyokömürlerin uygulandıkları toprak özellikleri, uygulama dozları ve yetiştirilen bitkilere göre farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Tıbbi ve aromatik bitkilerden lavanta (*Lavandula x intermedia*) bitkisi, hem birim alandaki yüksek ekonomik getirisi hem de ekolojik turizm sektörüne olumlu katkıları nedeniyle ülkemizde üretim alanları ve miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Lavanta bitkisinden yağ elde edilmesi yaygın olarak distilasyon işlemiyle gerçekleştirilmekte ve distilasyon sonrası kalan atıkların çevresel faktörler nedeniyle bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu atıkların bitkisel kökenli olması bertarafında tarım alanlarında kullanılmasını gerektirmekte hem de mümkün kılmaktadır. Fakat lavanta yağı üzerine yapılan çalışmalarda lavanta yağının çimlenmeye engel olarak allelopatik özellik göstermesi ve distilasyon atıklarında kalıntı yağ bulunma ihtimali olması nedeniyle tarım alanlarında kullanılırken dikkatli olunması gerektiği belirtilmiştir. Bu tür atıkların (LDA) tarla şartlarında kullanılmasına yönelik bilimsel çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bitkisel atıkların hem bertaraf edilmesi hem de tarımsal açıdan değerlendirilmesi topraklarımızda özellikle organik madde miktarının yükseltilmesi açısından önem arz etmektedir.

LDA uygulamaları mısır bitkisi gelişim özelliklerinden yaprak sayıları ve kök kuru madde oranı dışındaki özelliklerde önemli istatistiksel farklılıklara neden olmuştur. Uygulamaların etkisiyle mısırın silajlık verimi ile yaprakta N, protein, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonlarında önemli değişimler olmuşken, yaprak P konsantrasyonlarındaki değişimler önemsiz bulunmuştur. Bitki gelişim özelliklerindeki azalma, farklı işlemler uygulanmış LDA'nın içerdikleri kalıntı allelopatik yağlar

veya diğer bileşenlerin etkisine dayandırılabilir. Ancak yazarların da içinde olduğu lavanta yağının mısır bitkisi çimlenme ve büyüme üzerine olumsuz etkisinin tespit edildiği laboratuvar çalışmasının aksine; bu çalışmamızda kullanılan farklı işlemlerden geçirilmiş LDA'nın toprağa uygulanarak mısır bitkisi yetiştirilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Çalışmamızdaki silajlık mısır verimi ve makro besin elementi miktarlarının kontrol uygulamalarında yüksek değerler göstermesi, LDA'nın selülozik yapısındaki yüksek C/N oranı nedeniyle parçalanma sürecinin yeterince olmamasına ve verim kaybına neden olmasa da, LDA'nda az miktarda bulunan kalıntı yağların allelopatik etkisinden kaynaklanabileceğine dayandırılabilir. Ancak LDA'nın selolojik yapısı ve allelopatik yağlarını bertaraf etmek amacıyla biyokömürleştirme ve kompostlaştırma uygulamaları yapılmasına rağmen, genel olarak kontrole göre tüm LDA uygulamaları mısır yapraklarının makro-mikro element içeriklerini düşürmüştür. Üreticiye öneride bulunabilmek ve sonuçların yaygınlaştırılabilmesi için serada elde edilen bu çalışmanın tarla denemeleri ile desteklenmesi oldukça önem arz etmektedir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### KAYNAKLAR

Akşahin, V., Gülser, F. (2019). Bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelere çemen otunun (*Trigonella foenum graecum*) besin içeriği üzerindeki etkileri. *Akdeniz Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (Özel Sayı), 47-53.

Allison, L.E., Moodie, C.D. (1965). Carbonate. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 1379-1396.

Allmaras, R.R., Gardner, C.O. (1956). Soil sampling for moisture determination in irrigation experiments. *I. Agronomy Journal*, 48 (1), 15-17.

Argo, B. (2003). Understanding pH management and plant nutrition. *Journal of the International Phalaenopsis Alliance*, 13 (1).

Binbir, U. (2021). Lavanta (*Lavandula* Spp.) Bitkisi distilasyon atıklarının mısır bitkisi gelişim özellikleri ve besin elementi içeriklerine etkisi. ÇOMÜ, LEE Toprak

Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale.

Binbir, U., Türkmen, C., Çıkılı, Y., Coşkun, Y., Taş, İ. (2021). Lavandin (*Lavandula x intermedia*) uçucu yağının mısır (*Zea mays* L.)'in çimlenme ve fide gelişimine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU J. Agric. Fac.) 2021: 9 (1): 89-95.

Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *1. Agronomy journal*, 43 (9), 434-438.

Bremner, J.T. (1965). Inorganic forms of nitrogen. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 1179-1237.

Demir, E., Çimrin, K.M. (2011). Arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısırın gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17 (2011): 204-216.

DIN 11542 (1978). Torf für Gartenbau und Landwirtschaft.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F. (1993). İstatistik Metotları (II. Baskı). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No:1291, Ders Kitabı: 369, 218 s., Ankara.

Elmacı, Ö.L., Seçer, M., Ceylan, Ş., Öztan, S. (2009). Kekik-kimyon işletmesi organik atıklarının kanola (*Brassica napus* L.) ve II, ürün mısır (*Zea mays* L.) bitkisi vejetatif gelişimlerine etkileri (poster bildiri). *I. GAP Organik Tarım Kongresi* 17-20 Kasım 2009, Şanlıurfa, 914 - 922.

Erbaş, S., Özen, F., Baydar, H. (2011). Allelopathic effect of lavandin oil and major component on germination and seedling development of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). *II. International Non-Wood Forest Products Symposium*, 8-10 September, Isparta.

Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkileri kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 52- 67.

Gezgin, S., 2018. Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu, Organik Madde Kaynaklarımız ve Kullanımı. *Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler Kitabı* (Ed: Kınacı, E.), Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık I. Basım, İstanbul, 243s., ISBN: 978-975-7169-89-5.

- Gümüş, İ., Negiş, H., Şeker, C. (2022). Ahır gübresi biyokömürünün bazı toprak özellikleri ve mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, (374), 24-33.
- Hui, L., He, L., Huan, L., XiaoLan, L. and AiGuo, Z. (2010). Chemical composition of lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitis-related bacteria. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (4), 309-313.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis prentice Hall. *Inc., Englewood Cliffs, NJ*, 498, 183-204.
- Kacar, B. (2019). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri. *Nobel Akademik Yayıncılık*, Yayın No: 2216, I. Basım, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A. (2010). Bitki analizleri, *Nobel Yayın Dağıtım*.
- Kara, Y. (2016). Allelopathic effect of different extract concentrations of *Lavandula angustifolia* (Miller) on seed germination and seedling growth of *Zea mays* L, and *Lens culinaris*. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17 (1), 199-205.
- Kınacı, E. (ed.) (2018). Yönetici özeti. *Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, I. Basım Mayıs 2018, İstanbul, ISBN: 978-975-7169-89-5
- Kırıcı, S. (2015). Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. *Türktob, Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 15, 4-11.
- Kjeldahl, J. (1883). Sur une nouvelle methode de dosage de l’azote dans les substances organiques (*French summary: Resum’e du CR Trav. Lab. Carlsberg; separately paged section*), 2 (Juni), 1–12.
- Klute, A. (1986). Water retention: laboratory methods. *Methods of soil analysis: part 1 physical and mineralogical methods*, 5, 635-662. Agron, Monogr, 9, ASA – SSA, Madison, USA.
- Mullins, G., Hansen, D.J. (2006). Basic soil fertility. *The Mid-Atlantic Nutrient Management Handbook*, 53.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Çıkılı, Y. (2014). Toprak ve bitkide verimlilik analizleri (2. Basım). *Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic, Ltd, Şti.* Ankara Dağıtım, Mithatpaşa Cad. No: 74 B01/02 Kızılay–Ankara, ISBN: 978-605-133-895-8, 218s.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Kavdır, Y. (2019). Çay çöpünden kompost yapımı ve oluşan kompostun bazı özellikleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 109-114.
- Namlı, A., Akça, M.O., Akça, H. (2017). Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (1), 39-47.
- Olsen, S.R. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939). *US Department of Agriculture*.
- Ortas, I., Lal, R. (2012). Long-term phosphorus application impacts on aggregate-associated carbon and nitrogen sequestration in a Vertisol in the Mediterranean Turkey. *Soil Science*, 177(4), 241-250.
- Özen, F., Yıldız, G., Çamlıca, M. (2017). Yabancı ot mücadelesinde bazı aromatik bitkilerinin uçucu yağlarının allelopatik etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 40-48.
- Özgüven, M., Kaya, Z., Yılmaz, A.M., Kırıcı, S., Tansı, L.S. (1999). Sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (supp1), 43-51.
- Quicker, P., Weber, K., (2016). Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von Biomassekarbonisaten. *Wiesbaden: Springer Vieweg*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-03689-8>.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *U.S. Dept. Agriculture. Handbook 60*. U.S. Government Printing Office. Washington.
- Saha, A., Başak, B.B. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen artık biyokütlenin katma değer kapsamı ve kullanımı. *Sanayi Bitkileri ve Ürünleri*, 145, 111979.
- Sevilir, B. (2019). Çeşitli organik atıklardan elde edilen biyokömür ve hidrokömürlerin mısır bitkisi yetiştirilen sera koşullarında toprak bakteriyel çeşitliliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Soltanpour, P.N. (1991). Determination of nutrient element availability and elemental toxicity by the AB-

- DTPA soil test and ICPS. *Adv, Soil Sci*, 16:165-190.
- Tanker, N., Şarer, E., Başaran, V. (1977). *Lavandula stoechas* L. Bitkisinin uçucu yağı üzerinde farmakognozik araştırmalar. *Ankara Ü. Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 1 (7), 61-66.
- Temel, M., Tınmaz, A.B., Öztürk, M., Gündüz, O. (2018). Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21, 198-214.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu ). (2020). [https://biruni,tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr). Erişim tarihi: 28.12.2020.
- Weber, K., Quicker, P. (2018). Properties of biochar. *Fuel*, 217, 240-261.




# Salinity Tolerance of Different Silage Hybrids Maize Cultivars

## Silajlık Hibrit Mısır Çeşitlerinin Tuzluluğa Toleransı

### Sorumlu Yazar

Ramazan BEYAZ


ramazanbeyaz@gmail.com

 0000-0003-4588-579X

### Yazar

Xin DAI

xin.dai@usu.edu

 0000-0001-8821-0042

### ABSTRACT

Since corn is sensitive to salt and saline irrigation water, soil salinity poses a serious threat to corn production. Therefore, it is important to know in advance the response of the cultivated corn varieties to salt stress in order not to lose too much in production. In this study, it was aimed to determine the response to salt (NaCl) stress of thirteen commercial silage maize hybrid varieties commonly used by farmers in Türkiye. For this purpose, seed germination and early seedling growth were tested by exposing the plants to different salt stress levels (0, 40, 80 and 120 mM) for 14 days. Three basic groups (Biomass, Seedling Growth Vigor and Seed Germination) were established by factor analysis (FA) for the nine parameters -seed germination percentage (sgp), mean germination time (mgt), shoot length (sl), root length (rl), fresh weight (fw), dry weight(dw), dry matter (dm), plant water content (pwc), vigor index (vi)- tested for seed germination and seedling growth. As a result of the two-way analysis of variance with heterogeneous variance on standardized factor scores; it was determined that 'Dekalb-7211' hybrid cultivar showed the best performance and "Dekalb-7240" hybrid cultivar showed the worst performance in different salt stress levels tested in terms of three main groups formed. The results of this research will contribute to the determination of stress-tolerant varieties, which is one of the important and first steps of maize breeding.

Gönderilme Tarihi :  
Kabul Tarihi :

29 Ağustos 2022  
26 Aralık 2022

**Keywords:** Maize, salinity, factor analysis (FA), two-way ANOVA, heterogeneous variance

## ÖZET

Mısır tuza ve tuzlu sulama suyuna hassas bir bitki olduğundan, toprak tuzluluğu mısır üretimi için önemli bir tehlike oluşturmaktadır. Dolayısıyla, üretimde çok fazla verim kaybına uğramamak için ekimi yapılan mısır çeşitlerinin tuz stresine karşı tepkisinin önceden bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de çiftçiler tarafından yaygın olarak kullanılan on üç ticari silajlık mısır hibrit çeşidinin tuz (NaCl) stresine tepkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bitkiler 14 gün boyunca farklı tuz stres seviyelerine (0, 40, 80 ve 120 mM) maruz bırakılarak tohum çimlenmesi ve erken dönem fide gelişimleri test edilmiştir. Tohum çimlenmesi ve fide gelişiminde test edilen dokuz parametreleri -tohum çimlenme yüzdesi (tçy), ortalama çimlenme süresi (oçs), sürgün uzunluğu (su), kök uzunluğu (ku), taze ağırlık (ta), kuru ağırlık (ka), kuru madde (km), bitki su içeriği (bsi), canlılık indeksi (vi)- için faktör analizi (FA) ile üç temel grup (Biyokütle, Fide Büyüme Gücü ve Tohum Çimlenmesi) oluşturulmuştur. Standartlaştırılmış faktör puanları üzerinde heterojen çeşit varyansı ile yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; oluşturulan üç temel grup bakımından test edilen farklı tuz stresi seviyelerinde en iyi performansı ‘Dekalb-7211’ hibrit çeşidinin, en kötü performansı ise “Dekalb-7240” hibrit çeşidinin gösterdiği tespit edilmiştir. Bu araştırma sonuçları, mısır ıslahının önemli ve ilk basamaklarından biri olan stres faktörüne karşı toleranslı çeşitlerin belirlenmesine katkı sağlayacak niteliktedir.

**Anahtar kelimeler:** Mısır, tuzluluk, faktör analizi, iki-yönlü ANOVA, heterojen varyansı

## INTRODUCTION

Salinity affects roughly 800 million hectares of soil worldwide according to the survey by the Food and Agriculture Organization of the United Nation (Hernández, 2019) and restricts crop growth and yield (Hütsch et al., 2014). Maize (*Zea mays* L.) is classed as moderately susceptible to salinity, as it belongs to the C4 metabolism group of plants (Turk and Alagöz 2020). It is the third most important cereal crop in the world, providing basic food to millions of people and half of all energy use.

Furthermore, it is an important raw material in the textile, paper, and feed industries (Al Samsul Huqe et al., 2021). Salt stress causes significant yield loss in maize each year (Luo et al., 2017). Therefore, it is important to understand the response of maize to salt stress with morphological, physiological, biochemical and molecular studies. The study of salt tolerance in significant maize hybrids used in agricultural production is an important first stage in maize breeding (Luo et al., 2017). For many plants, including maize, tolerance to salt stress during germination and early seedling stage are the most critical periods (Farooq et al., 2015; Luo et al., 2017). To screen salt tolerant maize hybrids under salt stress, genetic variability for germination under salt stress and characteristics such as morphological parameters should be used (Giaveno et al., 2007). Multivariate analyzes such as principal component analysis (PCA) and cluster analysis have been widely used to screen for salt tolerance of different plant genotypes (Aslam et al., 2017; Kaya et al., 2019; Güngör et al., 2021; Bres et al., 2022) because using multiple parameters improves accuracy and provides a general tolerance level based on mean values generated from each stress level (Kaya et al., 2019). Chaum and Kirdmanee (2010) and Luo et al., (2017) showed that multivariate cluster analysis can be used to classify the salt tolerance of maize hybrids during seed germination and morphological parameters. The aim of this study was to screen different silage maize hybrids by evaluating their responses in germination and early seedling growth stage to increasing salt stress. This study will contribute to the screening and/or identification of tolerant varieties, a first, critical step in maize breeding studies.

## MATERIALS AND METHODS

### Plant Materials

In this study, 13 commercial silage hybrids maize cultivars obtained from the Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops (Türkiye) were used as plant material. Silage hybrids maize cultivars used in the research and some of their traits are shown in Table 1.

**Table 1.** Silage hybrids maize cultivars used in the research and FAO maturity group of these cultivars

| Cultivars    | Cultivars of source  | FAO maturity group of cultivar  |
|--------------|--|---|
| Kilowatt     | KWS seeds  | It is a cultivar that can be grown as silage and grain in the FAO-700 death group (100-110 days). |
| LG-30500     | Limagrain  | It is a cultivar in the FAO-550 group (120-130 days).   |
| Doge         | KWS seeds  | It is a cultivar in the FAO-700+ group.   |
| PL-524       | Polen Seeds  | It is a cultivar in the FAO-500-550 group.  |
| Dekalb-7211  | DEKALB   | It is a cultivar in the FAO-750 group.  |
| Dekalb-7240  | DEKALB   | It is a cultivar in the FAO-750 group.  |
| Samada-07    | Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry Black Sea Agricultural Research Institute             | It is a cultivar in the FAO-600 group.  |
| PL-472       | Polen Seeds  | It is a cultivar in the FAO-500-550 group.  |
| Kerbanis     | KWS seeds  | It is a cultivar in the FAO-450 group.  |
| 9628 HP F1   | Biotek seeds   | It is a cultivar in the FAO-500 group.  |
| Klips        | KWS seeds  | It is a cultivar in the FAO-670-700 group.  |
| Macha-DMR108 | Polen Seeds  | It is a cultivar in the FAO-480 group.  |
| Adasa-16     | Republic of Türkiye Ministry of Agriculture And Forestry Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute | It is a cultivar in the FAO 700 group.  |

## Methods

The study was carried out in a completely randomized design with 3 replications per combined cultivar and salt treatment. Five seeds of each genotype were put onto three layers of filter paper. Each filter paper packet was irrigated with 10 mL of one aqueous saline solution (0, 40, 80, and 120 mM NaCl). To prevent evaporation, each filter paper packet of seeds was rolled and placed in a sealed plastic bag. To prevent salt buildup after incubation, each rolled paper was replaced every 2 days. Before planting, the seeds were treated with fungicide (Thiram 80% WP). Germination experiments were carried out in the dark at 26±1 °C in incubator (Memmert-In110). When the sprouting radicle lengthened to 2 mm, the seed was said to have germinated. For 14 days, germination % was tracked every 24 hours (ISTA, 2003). To measure the rate of germination, mean germination time (MGT) was computed in accordance with Ellis and Roberts (1980).  $MGT = \frac{\sum(Dn)}{\sum n}$ , where n is the number of seeds that just started to sprout on day D, and D is the number of

days since the start. In 14-day-old seedlings, seedling shoot and root length and seedling fresh and dry weights were measured. Dry weights were calculated after samples were dried in an oven at 70°C for 48 hours (Beyaz et al., 2011). Plant water content (pwc), dry matter ratio (%) (dw) and vigor index (vi) were calculated according to the following formulas, respectively:

Plant water content (pwc) = (Fresh weight–Dry weight)/Fresh weight×100 (Zheng et al., 2008)

Dry matter (dm) ratio= (Dry weight/Fresh weight)\*100 (Bres et al., 2022)

Vigor index (vi) = (average root length +average hypocotyl length) x germination percentage (gp) (Abdul-Baki and Anderson 1973)

## Statistical Analysis

The nine responses (sgp, mgt, sl, rl, fw, dw, dm, pwc and vi) were analyzed with PROC FACTOR in SAS/STAT 15.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC) to group the responses into

a reduced number of underlying constructs (Table 2.). The factor analysis was performed on standardized responses. Factors were extracted with the principle component method coupled with varimax rotation. Three factors were formed as shown in Table 1 and characterized as follows: Factor 1 is a biomass construct loaded primarily from seedling length (in cm), root length (cm), fresh weight (g) and vigour index; Factor 2 reveals seedling growth-strength by the contrast between dry weight (g) and dry matter (%) loadings with plant water content (%) loading; Factor 3

indicates seed germination by the contrast between seed germination (%) loading with mean germination time (day) loading. The three factors explain 82.4% of the total variability in the nine responses. Factor scores for each observation were computed with PROC SCORE in SAS/STAT. Since the responses were standardized, zero score of each factor indicates the average level of that factor, with a positive score above average and a negative score below average.

**Table 2.** Rotated factor pattern with loadings from the nine responses. Loading in bold show defining responses for each factor.

| Responses                       | Factor1<br>(Biomass -size) | Factor2<br>(Seedling growth-strength) | Factor3<br>(Seed germination) |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Seed germination percentage (%) | 0.120                      | -0.294                                | <b>0.741</b>                  |
| Mean germination time (day)     | 0.047                      | -0.154                                | <b>-0.713</b>                 |
| Shoot length (cm)               | <b>0.857</b>               | -0.305                                | -0.067                        |
| Root length (cm)                | <b>0.860</b>               | -0.299                                | 0.081                         |
| Fresh weight (mg per plant)     | <b>0.952</b>               | 0.030                                 | -0.084                        |
| Dry weight (mg per plant)       | 0.268                      | <b>0.932</b>                          | -0.108                        |
| Dry matter percentage (%)       | -0.552                     | <b>0.745</b>                          | 0.073                         |
| Plant water content (%)         | 0.536                      | <b>-0.802</b>                         | -0.017                        |
| Vigour index                    | <b>0.832</b>               | 0.229                                 | 0.392                         |

The factor scores were analyzed by two-way-ANOVA with heterogeneous error variance by cultivar using PROC GLIMMIX in SAS/STAT to examine the differences among treatment groups. Simple effects of cultivar and salt concentration were compared pairwise with Tukey-Kramer's method to adjust for multiplicity. Significant level is specified at  $p < 0.05$  level.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 3. summarized the results to test salt concentration impacts on each hybrid maize cultivars for each of the three factors: Factor 1 (biomass), Factor 2 (seedling strength) and Factor 3 (seed germination). For each factor, estimated factor scores with the same lowercase letter within each a cultivar implied that the cultivar growth was not influenced by salt stress. Cultivar comparisons under each salt concentration for each factor are illustrated in Figure 1. Vertical reference lines at score zero represent the average level of each factor. Cultivars with positive scores implied above average performance and negative below average performance. Cultivars sharing the same upper case letter

within each plot did not statistically difference from each other.

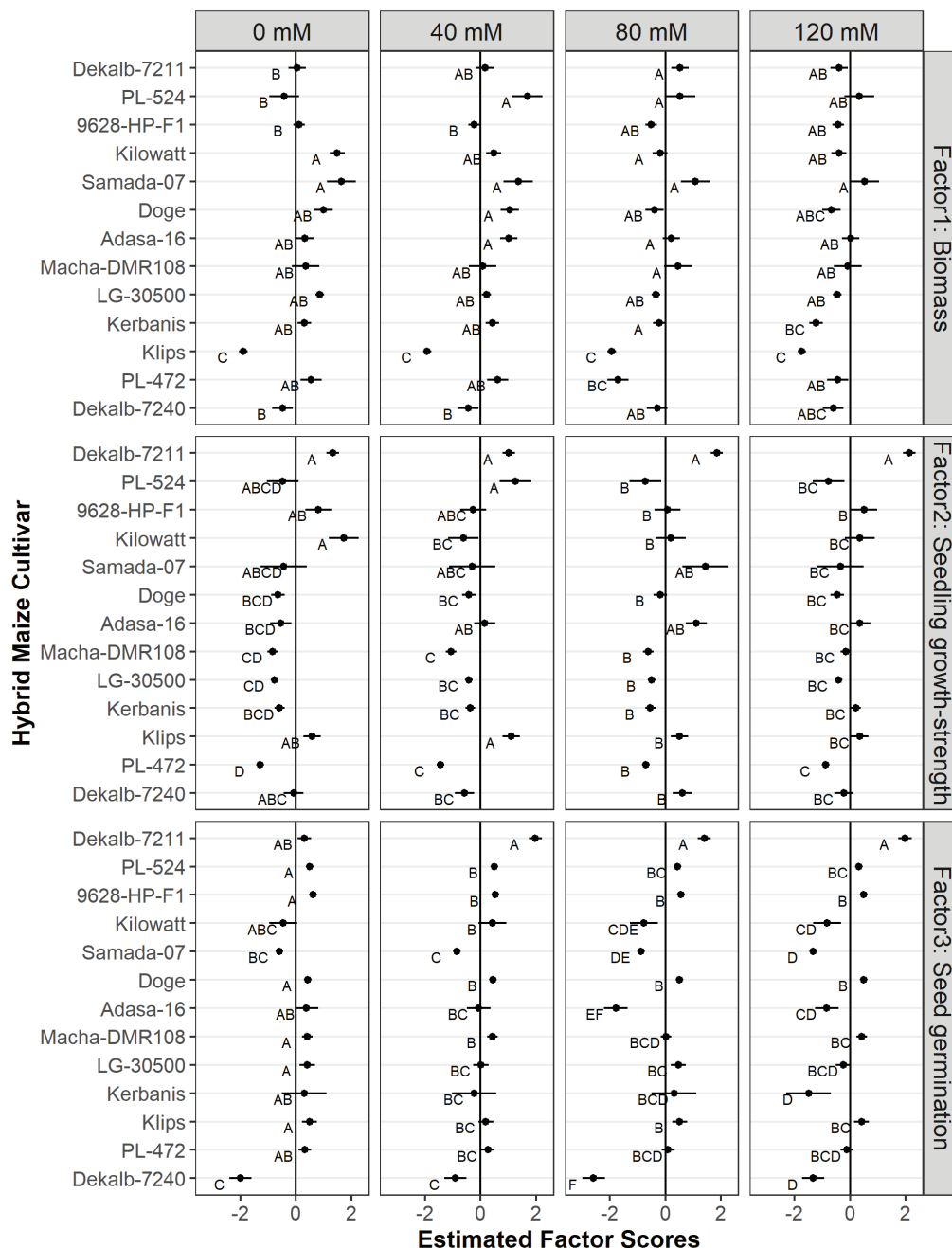
### Biomass Score (Factor1)

Increased salinity did not affect the biomass score (Factor 1) of hybrids cvs. 9628 HP F1, Dekalb-7211, Dekalb-7240, Klips, Samada-07, and Macha-DMR108 (Table 3.). On the other hand, Doge, Kerbanis, Kilowatt, LG-30500, PL-472, PL-524 hybrid maize cultivars were significantly ( $p < 0.05$ ) affected by increasing salt concentrations (Table 3.). Under the highest salt concentration at 120 mM, biomass score for these cultivars were significantly lower than those under control conditions. Although increasing salt concentration

generally decreased maize biomass score, PL-524 improved its biomass with salt and had the best biomass performance at the 40 mM salt level. Similarly, Adasa-16 had the best biomass under 40 mM salt treatment with estimated score of 1.01, significantly higher than its score at 120 mM salt stress of 0.02. It's also notable that Klips, although its biomass score not was impacted by salt levels, had the poorest biomass score around -2 persistently.

The four plots in the first row of Figure 1 showed biomass comparisons of the thirteen maize cultivars under each of the four salt concentrations. Klips is consistently low in the biomass scores regardless of salt levels and

significantly different from other cultivars. Klips, therefore, is a weak cultivar and not recommended. When no salt stress (0 mM) was applied, Kilowatt and Samada-07 had leading biomass scores. As the salt concentrations increased, however, biomass scores dropped for Kilowatt and were below average at the 80 and 120 mM salt concentrations. Samada-07, however, kept the leading biomass score among the cultivars under all levels of salt stress. PL-524 also outperformed other cultivars by improving biomass score from below average under control conditions to leading under salt stress levels. The tolerance of PL-524 to increased salinity may be due to its genetic makeup.





**Figure 1.** Comparison of the thirteen silage hybrids maize cultivars under each saline (NaCl) treatments at 0 (control), 40, 80 and 120 mM for the three factors: biomass (Factor 1), seedling growth-strength (Factor 2), and seed germination (Factor 3). Plots are arranged with saline concentrations as columns, and the three factors as rows. X-axis is the estimated standardized factor scores. The

verticle reference line at zero represents the average level of each factor. Y-axis is the hybrid maize cultivars. The lines across the dots represent standard error bars. Within each plot, estimated factor scores with the same uppercase letter are not statistically different at  $p < 0.05$  level by pairwise comparison with Tukey-Kramer's method for multiplicity adjustment.

**Table 3.** Estimated standardized biomass score (Factor 1), seedling strength score (Factor 2) and seed germination score (Factor 3) of the thirteen silage hybrids maize cultivars under four saline (NaCl) treatments at 0 (control), 40, 80, and 120 mM.

| Cultivars    | Factor1: Biomass   |                    |                    |                    | Factor2: Seedling growth-strength |                    |                     |                     | Factor3: Seed germination |                     |                    |                     |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|              | 0 mM               | 40 mM              | 80 mM              | 120 mM             | 0 mM                              | 40 mM              | 80 mM               | 120 mM              | 0 mM                      | 40 mM               | 80 mM              | 120 mM              |
| 9628 HP F1   | 0.11 <sup>a</sup>  | -0.23 <sup>a</sup> | -0.51 <sup>a</sup> | -0.43 <sup>a</sup> | 0.81 <sup>a</sup>                 | -0.27 <sup>a</sup> | 0.08 <sup>a</sup>   | 0.50 <sup>a</sup>   | 0.62 <sup>a</sup>         | 0.52 <sup>ab</sup>  | 0.56 <sup>ab</sup> | 0.48 <sup>b</sup>   |
| Dekalb-7211  | 0.04 <sup>a</sup>  | 0.16 <sup>a</sup>  | 0.53 <sup>a</sup>  | -0.39 <sup>a</sup> | 1.33 <sup>bc</sup>                | 1.01 <sup>c</sup>  | 1.85 <sup>ab</sup>  | 2.13 <sup>a</sup>   | 0.30 <sup>b</sup>         | 1.97 <sup>a</sup>   | 1.40 <sup>a</sup>  | 1.98 <sup>a</sup>   |
| Dekalb-7240  | -0.48 <sup>a</sup> | -0.44 <sup>a</sup> | -0.29 <sup>a</sup> | -0.61 <sup>a</sup> | -0.08 <sup>ab</sup>               | -0.58 <sup>b</sup> | 0.61 <sup>a</sup>   | -0.22 <sup>ab</sup> | -2.00 <sup>ab</sup>       | -0.91 <sup>a</sup>  | -2.58 <sup>b</sup> | -1.33 <sup>ab</sup> |
| Doge         | 1.00 <sup>a</sup>  | 1.04 <sup>a</sup>  | -0.39 <sup>b</sup> | -0.67 <sup>b</sup> | -0.64 <sup>a</sup>                | -0.42 <sup>a</sup> | -0.18 <sup>a</sup>  | -0.46 <sup>a</sup>  | 0.43 <sup>b</sup>         | 0.44 <sup>b</sup>   | 0.51 <sup>a</sup>  | 0.49 <sup>ab</sup>  |
| Kerbanis     | 0.31 <sup>a</sup>  | 0.43 <sup>a</sup>  | -0.21 <sup>a</sup> | -1.23 <sup>b</sup> | -0.59 <sup>b</sup>                | -0.37 <sup>b</sup> | -0.54 <sup>b</sup>  | 0.21 <sup>a</sup>   | 0.30 <sup>a</sup>         | -0.23 <sup>a</sup>  | 0.31 <sup>a</sup>  | -1.49 <sup>a</sup>  |
| Kilowatt     | 1.49 <sup>a</sup>  | 0.47 <sup>b</sup>  | -0.19 <sup>b</sup> | -0.40 <sup>b</sup> | 1.72 <sup>a</sup>                 | -0.62 <sup>b</sup> | 0.19 <sup>ab</sup>  | 0.35 <sup>ab</sup>  | -0.45 <sup>a</sup>        | 0.43 <sup>a</sup>   | -0.77 <sup>a</sup> | -0.83 <sup>a</sup>  |
| Klips        | -1.89 <sup>a</sup> | -1.92 <sup>a</sup> | -1.93 <sup>a</sup> | -1.74 <sup>a</sup> | 0.58 <sup>a</sup>                 | 1.10 <sup>a</sup>  | 0.51 <sup>a</sup>   | 0.35 <sup>a</sup>   | 0.49 <sup>a</sup>         | 0.19 <sup>a</sup>   | 0.51 <sup>a</sup>  | 0.41 <sup>a</sup>   |
| LG-30500     | 0.86 <sup>a</sup>  | 0.21 <sup>b</sup>  | -0.34 <sup>c</sup> | -0.46 <sup>c</sup> | -0.76 <sup>b</sup>                | -0.42 <sup>a</sup> | -0.49 <sup>a</sup>  | -0.42 <sup>a</sup>  | 0.41 <sup>a</sup>         | 0.01 <sup>a</sup>   | 0.47 <sup>a</sup>  | -0.24 <sup>a</sup>  |
| PL-472       | 0.55 <sup>a</sup>  | 0.61 <sup>a</sup>  | -1.70 <sup>b</sup> | -0.45 <sup>b</sup> | -1.28 <sup>bc</sup>               | -1.45 <sup>c</sup> | -0.70 <sup>a</sup>  | -0.88 <sup>ab</sup> | 0.32 <sup>a</sup>         | 0.26 <sup>a</sup>   | 0.10 <sup>a</sup>  | -0.12 <sup>a</sup>  |
| PL-524       | -0.42 <sup>b</sup> | 1.68 <sup>a</sup>  | 0.53 <sup>ab</sup> | 0.33 <sup>ab</sup> | -0.47 <sup>b</sup>                | 1.25 <sup>a</sup>  | -0.72 <sup>b</sup>  | -0.77 <sup>b</sup>  | 0.50 <sup>a</sup>         | 0.49 <sup>a</sup>   | 0.43 <sup>a</sup>  | 0.31 <sup>a</sup>   |
| Samada-07    | 1.64 <sup>a</sup>  | 1.35 <sup>a</sup>  | 1.08 <sup>a</sup>  | 0.52 <sup>a</sup>  | -0.44 <sup>a</sup>                | -0.30 <sup>a</sup> | 1.44 <sup>a</sup>   | -0.35 <sup>a</sup>  | -0.60 <sup>a</sup>        | -0.85 <sup>a</sup>  | -0.87 <sup>a</sup> | -1.32 <sup>b</sup>  |
| Adasa-16     | 0.33 <sup>ab</sup> | 1.01 <sup>a</sup>  | 0.21 <sup>ab</sup> | 0.02 <sup>b</sup>  | -0.54 <sup>b</sup>                | 0.15 <sup>ab</sup> | 1.12 <sup>a</sup>   | 0.35 <sup>ab</sup>  | 0.38 <sup>a</sup>         | -0.07 <sup>ab</sup> | -1.78 <sup>c</sup> | -0.84 <sup>bc</sup> |
| Macha-DMR108 | 0.35 <sup>a</sup>  | 0.07 <sup>a</sup>  | 0.45 <sup>a</sup>  | -0.09 <sup>a</sup> | -0.83 <sup>b</sup>                | -1.06 <sup>b</sup> | -0.62 <sup>ab</sup> | -0.16 <sup>a</sup>  | 0.41 <sup>a</sup>         | 0.42 <sup>a</sup>   | 0.02 <sup>a</sup>  | 0.41 <sup>a</sup>   |

\*For each factor, estimated standardized scores with the same lowercase letter within a cultivar are not statistically different at  $p < 0.05$  level by pairwise comparison with Tukey-Kramer's method for multiplicity adjustment.

Similarly, Dekalb-7211 while not a biomass leading cultivar at 0 mM salt treatment, increased its biomass scores when salt level increased and became the leading cultivar under the 80 mM salt treatment. Changes in plant biomass during the early seedling development period is an important point in terms of the plant's response to stress factors and therefore its tolerance (Farooq et al., 2015).

In term of estimated standardized biomass score (Factor 1), the response of the investigated hybrid maize cultivars to salinity stress were different. However, the results of this study showed that increased salinity had a negative impact on biomass in many hybrid maize cultivars. Adverse effect of salinity on biomass of maize genotypes has been reported previously (Giaveno et al., 2007; Cha-um and Kirdmanee 2010; Luo et al., 2017; Turk and Alagöz 2020).

### Seedling growth- strength score (Factor 2)

Elevating salinity did not impact seedling growth-strength for 9628 HP F1, Doge, and Klips and Samada-07 hybrid cultivars but increasing salt concentration resulted in improved seedling growth-strength for Dekalb-7211, Dekalb-7240, Kerbanis, PL-472, Samada-07, Adasa-16, and Macha-DMR108. Adverse impact of seedling growth-strength were observed in PL-524 and Kilowatt. The best seedling score is estimated to be 1.25 at 40 mM salt treatment for PL-524. The scores decreased to less than-0.70 at higher salt concentrations and the differences are statistically significant. Estimated seedling score is 1.72 for Kilowatt when no salt treatment was applied. The scores dropped significantly when salt treatment was added.

The second row of plots in Figure 1 shows the hybrid cultivar comparisons at each salt treatment level. Without salt stress, Dekalb-7211, Kilowatt and 9628 HP F1 are the three top cultivars with estimated seedling scores close to or above 1.0. As salt stress was applied and became more intense, Dekalb-7211 continued to have high seedling scores and the scores are significantly higher than those for the rest of the cultivars.

Results for Factor 2 showed agreement with several researchers (Giaveno et al., 2007, Cha-um and Kirdmanee 2010, Luo et al., 2017, Turk and Alagöz 2020) who found that different cereal genotypes responded variably in their seedling growth-strength measurements against salinity levels. Although Kumar et al., (2008) found that seedling dry weights and plant water content, two contributing measures to Factor 2, are tolerant of salt stress regardless of genotype, our results showed several cultivars in this study are susceptible under salt treatment. The salt stress can either increase seedling growth-strength as found in several cultivars such as Dekalb-7211 or degrade seedling growth-strength as found in Kilowatt.

### Seed germination score (Factor 3)

Salinity is one of the primary factors slowing down seed germination and reducing the overall germination rate (Rahman et al., 2000). Testing for salt tolerance at the earliest phases of plant growth is crucial because seeds

that germinate more quickly in salty environments may be anticipated to establish themselves more quickly, producing larger yields (Petrović et al. 2016). One of the main goals of this study was to identify different silage maize cultivars that were sensitive to salt and tolerant to salt during germination in order to assess their potential for salt tolerance. NaCl concentrations affected the germination of the examined silage hybrid maize cultivars (Table 3). These cultivars' sensitivities to salt content, however, varied. Estimated standardized seed germination scores (Factor 3) were not affected by salt stress in silage hybrid maize cultivars Kerbanis, Kilowatt, Klips, LG-30500, PI-472, PI-524 and Macha-DMR108 (Table 3). For the remaining cultivars, increased salt level adversely affected seed germination except for Dekalb-7211. Seed germination improved under the salt treatments with estimated scores for Dekalb-7211. The estimated scores ranged from 1.40 – 1.98, significantly higher than 0.30 under no salt condition. This is also shown in Figure 1 with the four plots in the bottom row. Although not a strong seed germinator under control treatment, Dekalb-7211 outperformed other cultivars and became the leading cultivar in seed germination under the investigated salt treatment concentrations 40, 80 and 120 mM. The plots revealed that Dekalb-7240 has the poorest seed germination property with or without salt stress.

The decrease in the water potential gradient between the seeds and their surrounding media is most likely what is causing the rising concentration of NaCl (Bradford, 1995; Cokkızgın, 2012). The higher osmotic potential prevented water absorption that was necessary for seed development (Güngör et al. 2021). Furthermore, salinity stress impairs seed germination either ionically through the buildup of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> or osmotically through reduced water absorption, which results in an imbalance in nutrient uptake and toxicity impact (Shokohifard et al. 1989; Cokkızgın, 2012). Additionally, alterations in enzyme activity might be brought on by salinity due to the toxicity of ions (Gomes-Filho et al. 2008; Dehnavi et al. 2021). The alteration of the metabolism of nucleic acids and proteins, the disruption of the hormonal balance, and other significant alterations in plant germination are all brought on by this disruption of enzyme processes (Dantas et al.

2007; Ryu and Cho 2015; Dehnavi et al. 2021). Generally, our results showed that salinity has negative effects on hybrid maize seed germination. However, the current study's findings were in line with those of other researchers, who found that cereal crops' cultivar germination rates declined as salt concentrations increased (Giaveno et al., 2007; Cha-um and Kirdmanee, 2010; Luo et al., 2017; Turk and Alagöz, 2020; Dehnavi et al. 2020). Interestingly, while some hybrid cultivars (Doge, 9628 HP F1, Klips, and Macha-DMR108) had above average performance in terms of seed germination at different salt levels, they underperformed for biomass (Factor 1) and seedling strength (Factor 2). According to Giaveno et al., (2007), germination has genetic diversity, however there is no link between germination and early seedling growth under salt stress. Our results are in parallel with the results of this study.

### CONCLUSION

In this study, the responses of different silage hybrid maize cultivars (Kilowatt, LG-30500, Doge, PL-524, Dekalb-7211, Samada-07, PL-472, Kerbanis, Dekalb-7240, 9628 HP F1, Klips, Macha-DMR108, and Adasa-16) to four levels of salt stress (NaCl concentrations of 0, 40, 80, and 120 mM) were summarized as biomass, seedling growth-strength, and seed germination. Each cultivar's performance on the three aspects of growth and strength are independent and should all be considered when recommending salt tolerant genotypes.

Hybrid maize cultivar Dekalb-7211 grew better and stronger than other hybrid maize cultivars under salt stress and is thus recommended. Future study on this crop can focus on improving its biomass regardless of salt conditions. Dekalb-7240, on the other hand, is not recommended due to its low scores in biomass, seedling growth-strength and germination. Large variations were observed in some hybrid cultivars such as Samada-07 and Kerbanis, indicating that more samples are needed to estimate their salt tolerant performance in the future. A crop's response under salt stress is influenced by its physiological, biochemical and molecular characteristics. Governing mechanisms for Dekalb-7211 having the greatest tolerance to salinity stress are unknown and require further study. Also, salt stress studies under field conditions should be carried out in

order to test these cultivars against salinity in an applied growing environment. In addition, it is recommended that drought stress, the sister of salt stress, of these hybrid silage maize cultivars be tested. This study might be valuable contribution to the knowledge of maize breeding.

### Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

### REFERENCES

- Abdul-Baki AA, Anderson JD. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13: 630-633.
- Al Samsul Huqe Md, Haque MdS, Sagar A, Uddin MdN, Hossain MdA, Hossain AKMZ, Rahman MdM, Wang X, Al-Ashkar I, Ueda A, EL Sabagh A. 2021. Characterization of Maize Hybrids (*Zea mays* L.) for Detecting Salt Tolerance Based on Morpho-Physiological Characteristics, Ion Accumulation and Genetic Variability at Early Vegetative Stage. *Plants*, (10) 2549: 1-20.
- Aslam M, Maqbool MA, Zaman QU, Shahid M, Akhtar MA, Rana AS. 2017. Comparison of different tolerance indices and PCA Biplot analysis for assessment of salinity tolerance in lentil (*Lens culinaris*) genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19: 470-478.
- Beyaz B, Kaya G, Cocu S, Sancak C. 2011. Response of seeds and pollen of *Onobrychis viciifolia* and *Onobrychis oxydonta* var. *armena* to NaCl stress. *Scientia Agricola*, 68(4): 477-481.
- Bradford JK. 1995. Water Relations in seed germination, 351-396 p. In: Kigel J, Galili G (Eds.). *Seed Development and Germination*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Bres W, Kleiber T, Markiewicz B, Mieloszyk E, Mieloch M. 2022. The Effect of NaCl Stress on the Response of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy*, (12)244: 1-14.
- Cha-um S, Kirdmanee C. 2010. Salt Tolerance Screening in Six Maize (*Zea mays* L.) Genotypes using Multivariate Cluster Analysis Salt Tolerance Screening in Maize

- Genotypes. *Philippine Agricultural Scientist*, (93)2: 156-164.
- Cokkızgın A. 2012. Salinity Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1):177-182.
- Dantas BF, De Sá Ribeiro L, Aragão CA. 2007. Germination; initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. *Revista Brasileira Sementes*, 29:106–110.
- Dehnavi AR, Zahedi M, Ludwiczak A, Perez SC, Piernik A. 2020. Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Development of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Genotypes. *Agronomy*, 10(859): 1-15.
- Ellis RH, Roberts EH. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. p. 605-635. In: Hebblethwaite, P.D., ed. *Seed production*. Butterworths, England.
- Farooq M, Hussain M, Wakeel A, Siddique KHM. 2015. Salt stress in maize: effects, resistance mechanisms, and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35:461-481.
- Giaveno CD, Ribeiro RV, Souza GM, de Oliveira RF. 2007. Screening of tropical maize for salt stress tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7:304-313.
- Gomes-Filho E, Lima CRFM, Costa JH, da Silva AC, da Guia Silva Lima M, de Lacerda CF, Prisco JT. 2008. Cowpea ribonuclease: Properties and effect of NaCl-salinity on its activation during seed germination and seedling establishment. *Plant Cell Reports*, 27:147-157.
- Güngör H, Çıkılı Y, Dumlupınar Z. 2021. Screening of oat varieties and landraces at early vegetative stage under salt stress conditions: Morpho-physiological and PCA biplot analysis. *Cereal Research Communications*, 49:587–597.
- Hernández JA. 2019. Salinity tolerance in plants: trends and perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 20:2408.
- Hütsch BW, Saqib M, Osthusenrich T, Schubert S. 2014. Invertase activity limits grain yield of maize under salt stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177: 278–286.
- International Seed Testing Association [ISTA] (2003). *International rules for seed testing*. Bassersdorf, Switzerland.
- Kaya MD, Akdoğan G, Kulan EG, Dağhan H, Sarı A. 2019. Salinity tolerance classification of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and safflower (*Carthamus tinctorius* L.) by cluster and principal component analysis. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2):3849-3857.
- Kumar V, Shriram V, Nikam TD, Jawali N, Shitole MG. 2008. Sodium Chloride-Induced Changes in Mineral Nutrients and Proline Accumulation in Indica Rice Cultivars Differing in Salt Tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 1999–2017.
- Luo M, Zhao Y, Song W, Zhang R, Su A, Li C, Wang X, Xing J, Shi Z, Zhao J. 2017. Effect of saline stress on the physiology and growth of maize hybrids and their related inbred lines. *Maydica*, 62: 1-8.
- Petrović G, Jovičić D, Nikolić Z, Tamindžić G, Ignjatov M. 2016. Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. *Genetika*, 48(1): 373–381.
- Rahman MS, Matsumuro T, Miyake H, Takeoka Y. 2000. Salinity-induced ultrastructural alternations in leaf cells of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Production Science*, 3:422-429.
- Ryu H, Cho YG. 2015. Plant hormones in salt stress tolerance. *Journal of Plant Biology*, 58: 147-155.
- Shokohifard G, Sakageim KH, Matsumoto S. 1989. Effect of amending materials on growth of radish plant in salinized soil. *Journal of Plant Nutrition*, 12:119-1294.
- Turk M, Alagöz M. 2020. Effect salt stress on seedling growth of some silage maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(03): 1612-1617.
- Zheng Y, Jia A, Ning T, Xu J, Li Z, Jiang G. 2008. Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 165: 1455-1465.

# Dikey Tarım Tesislerinde Yapay Aydınlatma Prensipleri

## Artificial Lighting Principles in Vertical Plant Factories

### ÖZET

Işık, bitki büyüme ve gelişmesini düzenleyen en önemli faktörlerden biridir. Bitkiler için başta fotosentez olmak üzere birçok biyolojik ve fizyolojik olay, ışık ile düzenlenmektedir. Dikey tarım tesisleri gibi yoğun üretim yapılan alanlarda aydınlatmayı tümüyle sağlamak ya da doğal aydınlatmayı desteklemek amacıyla yapay aydınlatma elemanlarından yararlanılmaktadır. Bitkilerin ışık ihtiyacını ifade etmek için Fotosentetik Foton Akısı Yoğunluğu (PPFD), Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR), Günlük Işık İntegrali (DLI) gibi terimleri bilmek ve hesaplamaları bunlara göre yapmak gerekmektedir. Bitki yetiştiriciliği için ışığın şiddeti, kalitesi, periyodu, tekdüzeligi, yönü, polarizasyonu ve uyumluluğunun bilinmesi, ihtiyaç duyulan aydınlatmanın oluşturulmasına olanak sağlayacaktır. Günümüzde bitki gelişimini sağlayan aydınlatma armatürlerinde bu parametrelerden yalnızca ışığın şiddeti, kalitesi ve periyodu dikkate alınmaktadır. Bitkilerin gerçek ihtiyaçlarını tespit etmek ve ışığı bu ihtiyaçlara göre yönetmek, daha yüksek enerji verimliliğine sahip bir üretim sistemleri ortaya koymayı mümkün kılacaktır. Bu çalışmada dikey tarım tesislerinde kullanılan ışığın özelliklerine dair temel bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dikey tarım, topraksız tarım, yapay aydınlatma, ışık

### Sorumlu Yazar

Temuçin Göktürk SEYHAN

seyhan@ankara.edu.tr

iD 0000-0003-4622-6059

### Yazar

Sinem SEYHAN

sinem.seyhan@ankara.edu.tr

iD 0000-0002-2252-7335

### Yazar

Hasan SİLLELİ

hsilleli@agri.edu.tr

iD 0000-0003-2242-3402

### Yazar

Hasan YILMAZ

hasan@baharaydinlatma.com.tr

iD 0000-0001-8577-0327

Gönderilme Tarihi :

31 Ekim 2022

Kabul Tarihi :

26 Aralık 2022



## ABSTRACT

Light is one of the most important factors regulating plant growth and development. Many biological and physiological events of plants, especially photosynthesis, are regulated by light. Artificial lighting elements are used to provide full lighting or supplemental lighting to sunlight in areas where production is intense such as plant factories. In order to express the light needs of plants, it is necessary to know terms such as Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD), Photosynthetic Active Radiation (PAR), Daily Light Integral (DLI) and make calculations accordingly. Knowing the intensity, quality, period, uniformity, direction, polarization and compatibility of the light for plant cultivation will enable the creation of the required lighting. Today, only the intensity, quality and period of the light are taken into account among these parameters in lighting fixtures that provide plant growth. Identifying the real needs of the plants and managing the light according to these needs will make it possible to put forward a production system with higher energy efficiency. In this study, it is aimed to give basic information about the properties of light used in vertical farming facilities.

**Keywords:** Vertical farming, hydroponics, artificial lighting, light

## GİRİŞ

Dikey tarım, bitkilerin yalnızca yere paralel olarak yanyana değil aynı zamanda katlar halinde üstüste yetiştirildiği bir topraksız tarım biçimidir. Bu sayede birim alanda daha fazla bitki üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bitki fabrikaları ise üretim ortamının ve bitki büyümesinin yıl boyunca kontrol altında olduğu bitkisel üretim sistemleridir (Seyhan, Seyhan, Silleli ve Yılmaz, 2022). Dikey tarım tesislerinde yıl boyunca iklim koşullarına göre değişmeyen miktarda, kalitede ve değişmeyen maliyetle bitkisel üretim yapılmaktadır. Aynı zamanda temiz bir odada tamamen kontrollü şekilde üretilen bitkisel ürünler, pestisit kalıntısı olmadan doğrudan yenebilecek kalitede olmaktadır.

Işık, bitkilerin büyüme ve gelişmesi, fotosentezin düzenlenmesi, morfogenez, üreme ve diğer fizyolojik olaylardaki en önemli faktörlerden biridir (McNellis ve Deng, 1995). Bitkiler üzerinde ışığın etkisi; fotosentez

için enerji sağlamanın yanında metabolizma hızının ve büyümenin düzenlenmesi ile bitkinin hormon tepkilerinin oluşmasını sağlayacak yöndedir (Wang, Zhang, Zhao ve Yuan, 2001). Işığın farklı dalga boyları ve farklı enerji seviyelerinin bitkiler üzerinde farklı etkileri olduğu araştırmalarla ortaya konmuştur. Yalnızca ışığı düzenleyerek bitkilerin yaprak şekilleri, çiçeklenmesi, belirli fonksiyonel bileşenlerin daha fazla üretilmesi sağlanabilmektedir (Goto, 2012).

Dikey tarım tesislerinde bitkiler katlar halinde yerleştirildiğinden güneş ışığının kullanımı kısıtlı olmaktadır. Bu nedenle yetiştirilen bitkiye uygun özelliklerde yapay aydınlatma elemanları kullanmak gerekmektedir. Son dönemde dikey tarım tesislerinde yaygın olarak LED aydınlatma elemanları kullanılmaktadır. LED aydınlatma armatürleri, katlar arasına sığabilecek yapıda olmasının yanında alternatif aydınlatma elemanlarına göre yüksek verime sahiptir.

Bu çalışmada; ışığın dikey tarım tesislerinde kullanılabilme parametrelerine ilişkin bilgiler derlenmiştir.

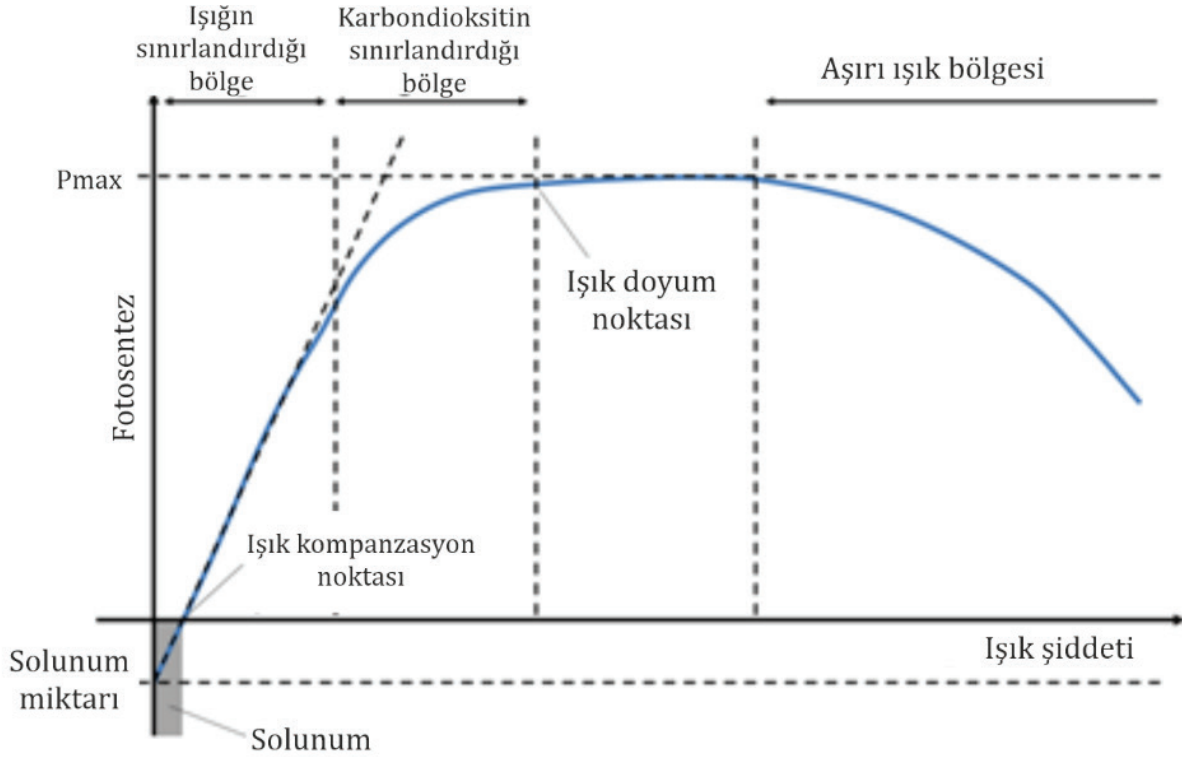
## Işığın Parametreleri

Bitki büyüme ve gelişmesi için en etkili spektrum, görülebilir (400 – 700 nm) spektrum ve çevresindeki dalga boylarıdır (UV ve IR). Bitkiler, spektrumun yeşil bölgesini görece az soğurduklarından yeşil renkte görünürler (Dou ve Niu, 2020). Bitkiye ulaşan ışığın bitkide yapacağı etkiyi tahmin edebilmek için ışığın bazı özelliklerini bilmek gerekmektedir. Bu özelliklerden kısaca “Işığın yedi boyutu” olarak bahsedilmektedir ve bunlar; ışığın şiddeti, kalitesi, periyodu, tekdüzeliği, yönü, polarizasyonu ve uyumluluğudur (Xu, 2019).

## Işığın Şiddeti

Tarımda kullanılan ışığın şiddetinin ifadesi için PPFD değeri kullanılmaktadır. Birimi  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 'dir. Fotosentezde kullanılabilen spektrumdaki (PAR) fotonların bir metrekareye bir saniyede düşen miktarının Avogadro sayısı ( $6,022 \times 10^{23}$ ) cinsinden ifade edilmesidir (Ge, Smith, Jacovides, Kramer ve Carruthers, 2011). Bir başka ışık ölçüm birimi olan lux ile PPFD arasında doğrudan bir çevrim imkânı bulunmamaktadır.

Bitkilerde solunum, ışık belirli bir seviyenin üzerine çıkana kadar fotosentezden daha hızlıdır. Fotosentez ile solunumun aynı hızda olduğu noktaya “kompanzasyon noktası” adı verilmektedir. Işık şiddeti arttıkça fotosentez bir noktaya kadar artmakta (doyum noktası) ve bu noktadan sonra ışığın şiddeti artsa dahi fotosentez hızı artmamaktadır. Işık şiddeti daha da artırılırsa fotosentez hızı düşmeye başlamaktadır (Şekil 1) (Benedetti, Vecchi, Barera ve Dall’Osto, 2018) .



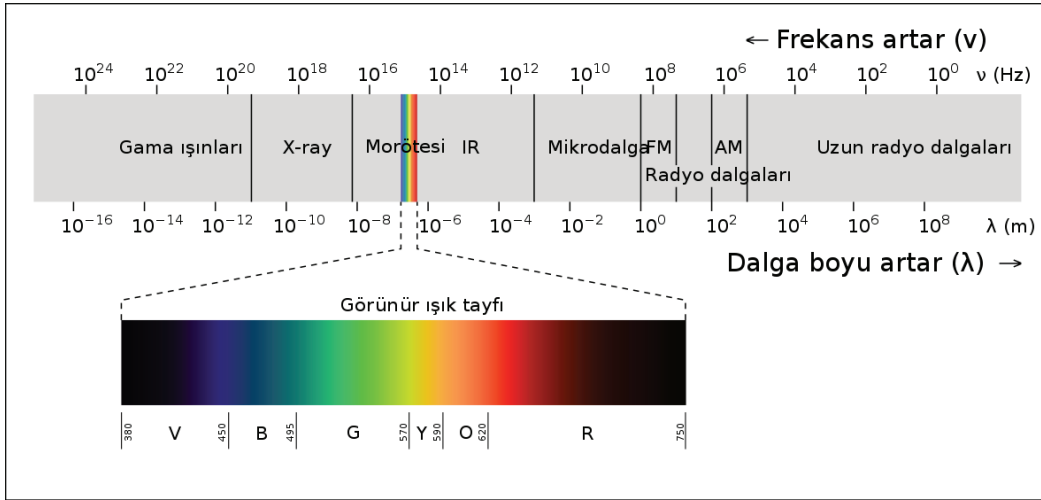
Şekil 1. Fotosentez hızı ile ışık seviyesi arasındaki ilişki

Işığın farklı şiddetlerinin çilek (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Benihoppe) fideleri üzerindeki etkilerini araştıran Zheng, Ji, He ve Niu (2019), 3 yapraklı aşamada sırasıyla 30, 90, 150 ve 210  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ışık şiddetinde 6 gün boyunca köklenme performansını, köklü bitkilerin ise 90, 180, 270 ve 360  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ışık şiddetinde 18 gün boyunca büyüme performansını incelemişlerdir. Fotoperiyodu 16 saat olarak ayarlanan hidroponik üretim şeklinde en yüksek kök sayısı (7,7 adet) ve en yüksek kök uzunluğunun (14,8 cm) 90  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ışık kaynağı ile aydınlatılan bitkilerde olduğu tespit edilmiştir. Büyüme aşamasında ise yine 90  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ışık kaynağı altındaki bitkilerde daha yüksek fotosentetik aktivite görülmüştür. 90 – 270  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  arasındaki ışık şiddetleri stomatal kondüktans, net fotosentez hızı ve büyüme hızını artırmıştır. Işık şiddeti 90  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 'den 270  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

'e çıkarıldığında köklü fidelerin taç çapı, sürgün ve kök kuru ağırlıkları ile kök-gövde oranı sırasıyla %9,7, %38,8, %106,1 ve %48,7 artış göstermiştir. Ancak 360  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ışık şiddeti altında bitki büyümesi artış göstermemiştir. 180  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ve 270  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  grupları arasında bitkiye ulaşan fotonların miktarı başına kuru biyoküttele meydana gelen artışta önemli bir fark bulunmamıştır. Yazarlar, bitki fabrikalarında enerji verimliliği ve kalite bakımından çilek üretiminde köklenme döneminde 90  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , fide aşamasında ise 270  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ışık şiddeti önermişlerdir.

### Işığın Kalitesi

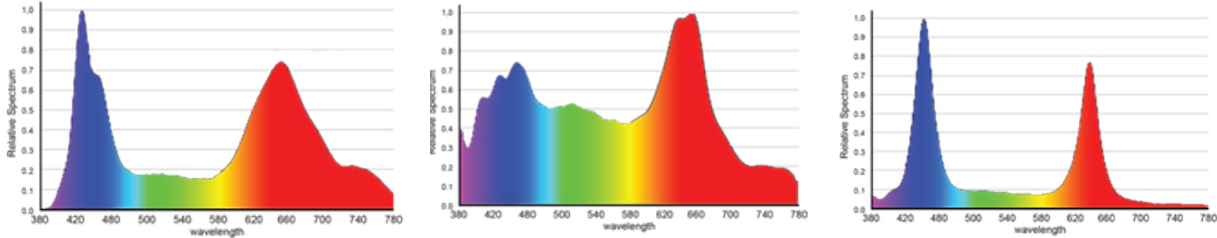
Işık, insan gözünün algılayabildiği dalga boylarındaki elektromanyetik spektrum bölgesidir (CIE, 2020). Görünür ışık tayfının elektromanyetik dalga spektrumu içindeki yeri, Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Elektromanyetik dalga spektrumu ve görünür ışık (Ronan, 2007)

Tarımsal aydınlatmada ışığın kalitesi, ışığın spektral kompozisyonudur. Bitkisel üretimde ışığın farklı dalga boylarının farklı etkileri olmaktadır. İnsan gözüne aynı renkte görülen farklı aydınlatma elemanları, farklı spektral kompozisyona sahip olabilirler. Günümüz teknolojisi ile dikey tarım tesislerini aydınlatmak için kullanılan LED lambalar, geniş ve dar spektrumlarda üretilebilmektedir.

LED lambalar, bir armatür içine çeşitli spektrumlarda LED çiplerinin çeşitli adetler ve dizilimlerle birleştirilmesi ile üretilmektedir. Böylece çok farklı spektral kompozisyonlar elde edilebilmektedir. Şekil 3'te farklı amaçlarla tasarlanmış üç farklı LED armatürün spektral dağılımı verilmiştir (Anonim, 2022).



Şekil 3. Farklı üç LED armatürün spektral dağılımı

Mavi dalga boyundaki ışık, düşük enerji seviyesine sahiptir. Bitki boyu uzamasını kısıtlamakta ve yaprakların daha kalın, koyu renkli ve küçük olmasına neden olmaktadır. Spektrumun orta bölgesine denk gelen dalga boylarındaki yeşil ışığın, bitkiler tarafından yansıtıldığı veya geçirildiği için daha az kullanıldığı bilinmektedir. Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalarda fotosentez hızını ve biyokütleyi artırdığı belirlenmiştir (Kim, Goins, Wheeler ve Sager, 2004). Kırmızı dalga boyundaki ışık ise mavi ışığa göre yüksek enerji seviyesine sahiptir ve bitkilerin uzun

boylu, ince ve geniş yapraklı olmasına sebep olur.

Kırmızı (Red – R) : uzak kırmızı (Far red – FR) oranı, fidelerin morfolojik davranışları üzerine etkilidir (McNellis ve Deng, 1995). Bu oran azaldıkça, bitkilerin gölgeden kaçınma eğiliminin arttığı gözlenmektedir. Bu davranış kapsamında fideler, yaprak kalınlığı ve yüzeyini artırarak daha fazla ışık almaya yönelmektedir (Kendrick ve Kronenberg, 1994). Kaliteli ürün elde etmek için kırmızı, mavi ve diğer dalga boylarındaki ışığın dengeli bir şekilde bitkiye ulaşması gerekmektedir.

Dikey tarım tesislerinde kullanılacak yapay aydınlatma elemanlarının spektrumlarının genelde klorofil taneciklerinin en çok soğurduğu kırmızı ve mavi dalga boylarında üretilmesi söz konusu olsa da son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, uygulanan spektruma yeşil, sarı, turuncu, ultraviyole (UV) ve infrared (IR) gibi dalga boylarının eklenmesi durumunda bitkide farklı fizyolojik değişimlerin ve farklı kimyasalların üretimini desteklediği veya inhibe edildiğini bildirmektedir (Çağlayan ve Ertekin, 2018; Folta, 2004; Folta ve Maruhnich, 2007; Kim, vd., 2004; Lin, Huang, Huang, Hsu, Yang ve Yang, 2013; Viršilė, Olle ve Duchovskis, 2017).

### Işığın Periyodu

Işık bitkilere gün içinde belirli bir süre boyunca verilmekte, geri kalan süre karanlık olarak geçirilmektedir. Güneş ışığıyla aydınlatılan tarım alanlarında sabah yavaş yavaş artan bir eğri ile şiddetini artırıp sonrasında yavaş yavaş azalarak karanlık evreye geçilirken, dikey tarım tesislerinde ışık kaynakları ile genellikle aynı anda başlayan tam şiddette aydınlatma yapılmakta ve ışıklar aynı anda sönmektedir. Bitkilerin aydınlık ve karanlık evrelerde geçirdiği sürelerin toplamına gün uzunluğu denilmektedir. Kapalı dikey tarım tesislerinde gün uzunluğu istenen şekilde ayarlanabilmektedir (Fukuda, Tanigaki ve Moriyuki, 2018). Ancak yapılan bir araştırmada (Tanigaki ve Fukuda, 2019)

20 saat, 24 saat ve 28 saatlik gün uzunluklarının marul bitkisi üzerindeki etkileri incelenmiş ve en yüksek bitki yaş ağırlığı 24 saatlik gün uzunluğunda bulunmuştur. Bitkilerin bünyesinde gerçekleşen hormonal olayların değişimine bağlı olan sirkadiyen ritim, 24 saatlik gün uzunluğunda doğru şekilde çalışmaktadır. Sirkadiyen ritim, bitkilerin günün saatini tahmin etmelerine yarayan ve dünyanın kendi etrafındaki dönüşünden kaynaklanan çevresel olaylar (ışık, sıcaklık, vb.) tarafından tetiklenen biyolojik saat olarak tanımlanmaktadır (Dodd, Kusakina, Hall, Gould ve Hanaoka, 2014). Sirkadiyen ritim, bitkinin vejetatif ve generatif gelişimi üzerinde etkilidir (Fukuda vd., 2018).

Bitkilerin gün içinde aldıkları toplam foton miktarını ifade etmek için Günlük Işık İntegrali (DLI) kavramı kullanılmaktadır (Dayıoğlu ve Silleli, 2012). DLI'nın birimi mol·m<sup>-2</sup>'dir. Dikey tarım sistemlerinde genellikle yaprağı yenen sebzeler yetiştirildiğinden DLI ihtiyacının 12-17 mol·m<sup>-2</sup> arasında olması beklenmektedir (Runkle, 2019).

Açıkta yetiştiricilikte DLI değerinin, güneşten gelen toplam ışınım değeri kullanılarak hesaplanması veya gün boyunca ölçülmesi gerekmektedir ancak dikey tarım tesislerinde yapay aydınlatma kullanıldığı için anlık PPFd değeri kullanılarak Eşitlik 1 yardımıyla DLI değeri kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

$$DLI (\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}) = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \text{PPFD} (\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) \cdot \text{süre (h)} \quad (1)$$

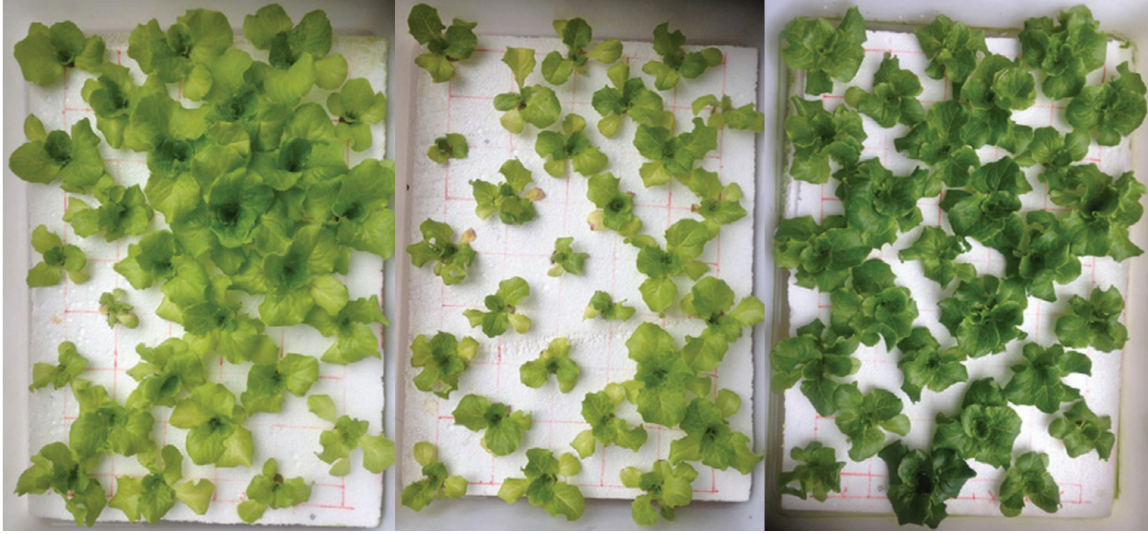
Yapılan bir araştırmada (Xu, 2016) 24 saatlik gün uzunluğu içinde farklı PPFd değerlerine sahip aydınlatma elemanları ile farklı açık/kapalı aydınlatma periyotlarıyla aynı DLI değerine ulaşacak şekilde marul (*Lactuca sativa* L.) bitkileri yetiştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme grupları (Xu, 2016)

| Deneme | PPFD | Periyot               | DLI  |
|--------|------|-----------------------|------|
| A      | 200  | 10 dk ON<br>10 dk OFF | 8,64 |
| B      | 154  | 13 dk ON<br>7 dk OFF  | 8,64 |
| C      | 100  | Sürekli Açık          | 8,64 |

21 gün süren denemeden sonra bitkilerin gelişim durumu Şekil 4'te görülmektedir. En iyi gelişim C örneğinde tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda bitkilerin, aynı oranda enerji topluyor olsalar dahi aydınlatma periyoduna göre farklı tepkiler verdiği tespit edilmiştir.



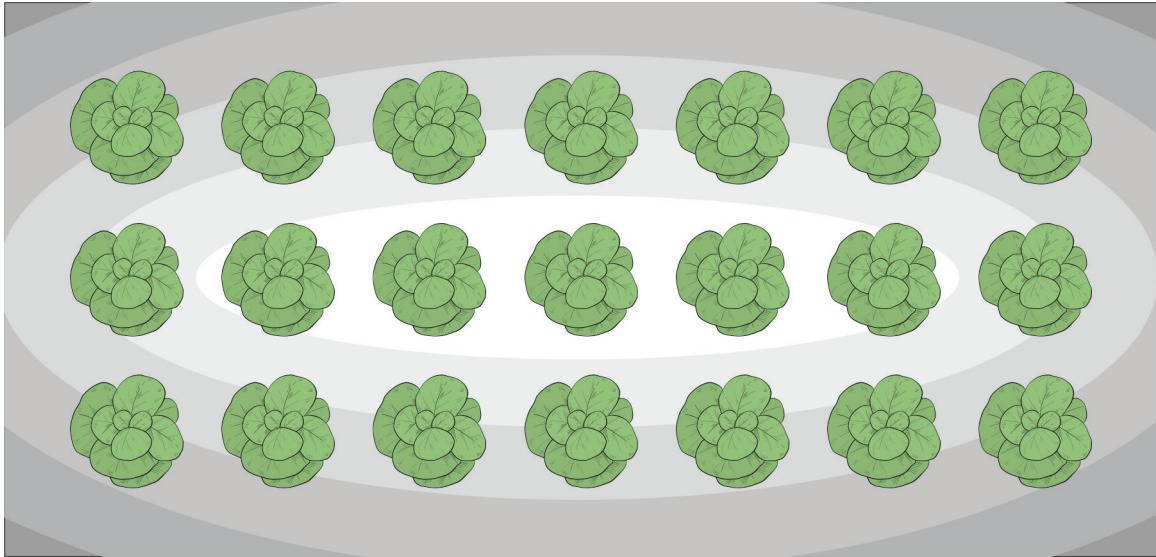


Şekil 4. Sırasıyla A, B ve C denemeleri (Xu, 2016)

### Işığın Tekdüzeliliği

Bitkilerin dikili olduğu yetiştirme alanını üzerinde ışık şiddeti ve spektral özelliklerinin eşit şekilde dağılması, optimum ve yeknesak gelişim için önemlidir. Genellikle dikey tarım tesislerinde bir yetiştirme alanının orta

bölgesinde yüksek, kenarlara gidildikçe azalan ışık şiddetine sahip olduğu görülmektedir (Xu, 2016) (Şekil 5). Bu durum, bazı bitkilerin diğerlerine göre daha fazla ışık alması anlamına gelmektedir.



Şekil 5. Dikey tarım tesislerinde yapay aydınlatma tekdüzeliliği

Tüm bitkilerin eşit ışık almasını sağlamak için armatür ile bitki arasındaki mesafe ile armatür aydınlatma açısının uygun seçilmesi gerekmektedir. Şekil 6'da piyasada ticari olarak bulunan bir armatürün üç farklı askı yüksekliği

için altındaki 1,5m x 1,5m alanda yaptığı PPFD dağılımı verilmiştir. Armatür ile yetiştirme alanı arasındaki mesafe arttıkça ışık dağılımı düzgünlüğü artmakta fakat merkezdeki PPFD değeri düşmektedir.



| 30 cm |      |      |      |      |      |      |      |      |     | 40 cm |      |      |      |      |      |      |      |      |     | 100 cm |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 329   | 496  | 700  | 704  | 731  | 730  | 635  | 531  | 509  | 429 | 419   | 561  | 710  | 797  | 807  | 817  | 724  | 590  | 607  | 542 | 744    | 749 | 798 | 795 | 734 | 756 | 731 | 682 | 757 | 762 |
| 412   | 737  | 1041 | 1115 | 1107 | 1101 | 1130 | 1016 | 763  | 571 | 555   | 699  | 906  | 1028 | 1040 | 1010 | 1039 | 993  | 740  | 680 | 738    | 796 | 876 | 830 | 821 | 813 | 822 | 813 | 774 | 752 |
| 586   | 779  | 1321 | 1609 | 1587 | 1580 | 1510 | 1339 | 941  | 748 | 677   | 916  | 1205 | 1442 | 1445 | 1378 | 1335 | 1244 | 913  | 803 | 781    | 831 | 869 | 907 | 903 | 890 | 880 | 864 | 801 | 826 |
| 774   | 1007 | 1413 | 1706 | 1804 | 1795 | 1702 | 1585 | 1057 | 875 | 857   | 1016 | 1258 | 1508 | 1585 | 1613 | 1517 | 1414 | 1008 | 918 | 829    | 852 | 895 | 934 | 948 | 933 | 937 | 911 | 838 | 855 |
| 881   | 1173 | 1499 | 1843 | 1883 | 1882 | 1791 | 1666 | 1142 | 816 | 926   | 1017 | 1341 | 1652 | 1687 | 1716 | 1622 | 1488 | 1087 | 937 | 840    | 889 | 903 | 956 | 979 | 961 | 957 | 940 | 871 | 880 |
| 822   | 1247 | 1485 | 1854 | 1894 | 1893 | 1845 | 1708 | 1204 | 859 | 890   | 1052 | 1328 | 1653 | 1716 | 1730 | 1658 | 1552 | 1116 | 953 | 857    | 891 | 900 | 856 | 967 | 981 | 966 | 945 | 880 | 886 |
| 754   | 1170 | 1401 | 1790 | 1891 | 1853 | 1837 | 1647 | 1097 | 757 | 811   | 1097 | 1296 | 1578 | 1678 | 1660 | 1613 | 1493 | 1119 | 866 | 775    | 839 | 855 | 924 | 962 | 964 | 951 | 930 | 865 | 825 |
| 722   | 1020 | 1448 | 1895 | 1777 | 1700 | 1691 | 1502 | 994  | 635 | 711   | 966  | 1197 | 1467 | 1550 | 1540 | 1465 | 1311 | 960  | 817 | 740    | 804 | 828 | 910 | 943 | 937 | 941 | 896 | 802 | 770 |
| 538   | 849  | 1068 | 1304 | 1299 | 1317 | 1313 | 1193 | 792  | 587 | 688   | 800  | 985  | 1197 | 1232 | 1292 | 1183 | 1025 | 735  | 648 | 663    | 732 | 824 | 894 | 916 | 894 | 902 | 831 | 739 | 658 |
| 449   | 583  | 685  | 849  | 991  | 861  | 901  | 819  | 628  | 491 | 574   | 594  | 773  | 930  | 936  | 952  | 965  | 877  | 812  | 627 | 563    | 687 | 728 | 860 | 891 | 889 | 813 | 763 | 745 | 702 |

Şekil 6. Farklı askı yüksekliğine göre PPFd değişimi (Anonymous, 2022)

### Işığın Yönü

Bitkiler ışığa doğru yönelme eğilimi göstermektedir. Özellikle mavi ışığa karşı duyarlı olan fotoreseptörler sayesinde bitkilerin ışığa yönelmesine “fototropizm” adı verilmektedir (Folta ve Maruhnich, 2007). Günümüzde fototropizmin altında yatan biyokimyasal, moleküler ve hücrel aktivite ile ilgili araştırmalar yürütülmektedir (Liscum, Askinosie, Leuchtman, Morrow, Willenburg ve Coats, 2014). Bazı dik olarak gelişen bitkilerde ise yukarıdan gelen ışığın bitki tarafından alınması zordur. Örneğin taze soğan yetiştirilmek istendiğinde ışığın büyük bir kısmı bitkiye ulaşmamaktadır. Bu nedenle dikey tarım tesislerinde geniş yapraklı ve görece büyük çapa ulaşan bitkilerin üretimi daha verimli olmaktadır (Kim, Huh ve Ko, 2021).

### Işığın Polarizasyonu

Işık, bir elektromanyetik dalga biçimidir (Zwinkels, 2014). Neredeyse tüm kaynaklardan çıkan ışık, mümkün olan her yöne doğru hızla yayılmaktadır. Bu durumdaki ışık dalgaları rastgele titreşmektedir. Polarize ışıkta ise tüm ışık dalgaları aynı yönde titreşerek bitki yüzeyine ulaşmaktadır. Tüm ışık dalgalarının bitki yüzeyine dik olarak gönderilmesiyle, ışığın bitkinin iç dokularına girmesinin sağlanması ve etkinliğinin artırılması mümkündür. Işığın polarizasyonu çeşitli filtreler kullanılarak sağlanabilmektedir. Polarize edilmiş ışığın, edilmemiş olana göre dokuların içine daha çok girişim yapabildiği bilinmektedir. Polarize ışıkla bitki aydınlatması üzerine yapılmış çalışmalar bulunmakta

birlikte bu konunun daha detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir (Shibayev ve Pergolizzi, 2010; Vanderbilt, Grant ve Daughtry, 1985).

### Işığın Uyumluluğu

Doğal ve yapay ışık kaynaklarından çıkan fotonların her biri kendine özgü enerji seviyesi, frekans, polarizasyon ve yöne sahiptir. Bu tipteki fotonların bir arada bulunduğu ışığa “uyumsuz ışık” denmektedir. Uyumsuz ışıkta fotonlar arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır. Yalnızca lazer kaynağından çıkan ışık, belirli frekansta elektromanyetik dalgalar kullanılarak elde edildiğinden ortaya çıkan fotonlar birebir aynı dalgaboyunda ve aynı fazdadır (Kielich, 1970). Bu haldeki fotonlar bir araya geldiklerinde daha yüksek genliğe sahipmiş gibi davranmaktadır. Dolayısıyla bitkide meydana getirdiği etkinin daha yüksek olduğu, araştırmalarla ortaya konmuştur (Aguilar, Domingues ve Cruz-Orea, 2015).

### SONUÇ

Dikey tarım tesislerinde yapılacak yapay aydınlatma için ışığın yedi boyutu olarak tanımlanan özelliklerden üç tanesi oldukça önem taşımaktadır. Bu özelliklerden, uygun şiddete, uygun kaliteye ve periyoda sahip olarak yapılacak aydınlatma, bitkisel üretim için yeterli olmaktadır. Yukarıda bahsedilen ışığın tekdüzeliği, yönü, polarizasyonu ve uyumluluğu gibi diğer özellikleri, gelecekte yapılacak çalışmalarda araştırılması gereken konular olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dikey tarım tesislerinde yapay aydınlatma için LED lambalar tavsiye edilmektedir (Yan, Zhou ve Li, 2016). Bitki fabrikalarındaki ilk yatırım maliyetinin %40'a yakın kısmını aydınlatma oluşturmaktadır (Zeidler, Schubert ve Vrakking, 2017). Ayrıca işletme maliyetleri içinde %28 civarında pay alan elektiğin yaklaşık %60'ı da aydınlatma için harcanmaktadır (Avgoustaki ve Xydis, 2020).

Aydınlatma maliyetini düşürecek çalışmalar yapılması, dikey tarım tesislerinin yapılabilme olanaklarını büyük oranda artıracaktır. Dikey tarım tesislerinin katlı yapısından dolayı kullanımı kısıtlı olan güneş ışığının, çeşitli ışık taşıma sistemleri (yansıtıcı borular, fiber optik kablolar) aracılığıyla kullanma olanaklarının araştırılması gerekmektedir.

### AÇIKLAMA

Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Bu araştırma için etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek duyulmamıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Makalede yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Bu makalenin özeti, 07-09 Eylül 2022 tarihleri arasında Bilecik'te gerçekleştirilmiş olan 34. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi'nin Özet ve Bildiri Kitabı'nda yayınlanmıştır.

### KAYNAKLAR

- Aguilar, C., Dominguez Pacheco, A., Cruz-Orea, A. (2015). Thermal Changes of Maize Seed by Laser Irradiation. *International Journal of Thermophysics*, 36. <https://doi.org/10.1007/s10765-015-1882-7>
- Anonim, 2022. *Yetiştirme Modülleri | SPECTBEE*. <https://www.spectbee.com/kopyas%C4%B1-dokuk%C3%BC1t%C3%BCr%C3%BC-armat%C3%BCrleri> Erişim tarihi: 19/12/2022
- Anonymous. (2022). *Lumatek Zeus 1000W Pro Spec Sheet*. <https://lumatek-lighting.com/lumatek-zeus-1000w-pro/> Erişim tarihi: 19/12/2022
- Avgoustaki, D. D., Xydis, G. (2020). Plant factories in the water-food-energy Nexus era: a systematic bibliographical review. *Food Security*, 12(2), 253-268. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-01003-z>

- Benedetti, M., Vecchi, V., Barera, S., Dall'Osto, L. (2018). Biomass from microalgae: the potential of domestication towards sustainable biofactories. *Microbial Cell Factories*, 17(1), 173. <https://doi.org/10.1186/s12934-018-1019-3>
- CIE. (2020). ILV: International Lighting Vocabulary, 2<sup>nd</sup> Edition. *CIE S 017/E:2020*. <https://doi.org/10.25039/S017.2020>
- Çağlayan, N., Ertekin, C. (2018). Farklı Dalga Boylu LED Işıklarının Yeşil Yapraklı Bitkilerin Gelişimi Üzerindeki Etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 14 (2), 105-114.
- Dayıoğlu, M. A., Silleli, H. (2012). Seralar için Yapay Aydınlatma Sistemi Tasarımı: Günlük Işık İntegrالی Yöntemi. İçinde *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 8(2), 233-240.
- Dodd, A. N., Kusakina, J., Hall, A., Gould, P. D., Hanaoka, M. (2014). The circadian regulation of photosynthesis. *Photosynthesis Research*, 119(1-2), 181-190. <https://doi.org/10.1007/s11120-013-9811-8>
- Dou, H., Niu, G. (2020). Chapter 9- Plant responses to light. Kozai, G. Niu, M. Takagaki (Eds.), *Plant Factory (Second Edition)*, 153-166. Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816691-8.00009-1>
- Folta, K. M. (2004). Green Light Stimulates Early Stem Elongation, Antagonizing Light-Mediated Growth Inhibition. *Plant Physiology*, 135(3), 1407-1416. <https://doi.org/10.1104/pp.104.038893>
- Folta, K. M., Maruhnich, S. A. (2007). Green light: a signal to slow down or stop. *Journal of Experimental Botany*, 58(12), 3099-3111. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm130>
- Fukuda, H., Tanigaki, Y., Moriyuki, S. (2018). *Detection and Utilization of Biological Rhythms in Plant Factories*.
- Ge, S., Smith, R. G., Jacovides, C. P., Kramer, M. G., Carruthers, R. I. (2011). Dynamics of photosynthetic photon flux density (PPFD) and estimates in coastal northern California. *Theoretical and Applied Climatology*, 105(1-2), 107-118. <https://doi.org/10.1007/s00704-010-0368-6>

- Goto, E. (2012). Plant Production in a Closed Plant Factory with Artificial Lighting. *Acta Horticulturae*, 956, 37-49. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.956.2>
- Kendrick, R. E., Kronenberg, G. H. M. (1994). Photomorphogenesis in Plants. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-1884-2>
- Kielich, S. (1970). Optical harmonic generation and laser light frequency mixing processes in nonlinear media. *Opto-Electronics*, 2(3), 125-151. <https://doi.org/10.1007/BF01415090>
- Kim, H.-H., Goins, G. D., Wheeler, R. M., Sager, J. C. (2004). Green-light Supplementation for Enhanced Lettuce Growth under Red- and Blue-light-emitting Diodes. *HortScience HortSci*, 39(7), 1617-1622. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.7.1617>
- Kim, K. Y., Huh, J. H., Ko, H. J. (2021). Research on crop growing factory: Focusing on lighting and environmental control with technological proposal. *Energies*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/en14092624>
- Lin, K. H., Huang, M. Y., Huang, W. D., Hsu, M. H., Yang, Z. W., Yang, C. M. (2013). The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Scientia Horticulturae*, 150, 86-91. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2012.10.002>
- Liscum, E., Askinosie, S. K., Leuchtman, D. L., Morrow, J., Willenburg, K. T., Coats, D. R. (2014). Phototropism: Growing towards an Understanding of Plant Movement. *The Plant Cell*, 26(1), 38-55. <https://doi.org/10.1105/tpc.113.119727>
- McNellis, T. W., Deng, X.-W. (1995). Light control of seedling morphogenetic pattern. *Plant Cell*, 7(11), 1749-1761.
- Ronan, P. (2007). EM Spectrum. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM\\_spectrum.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_spectrum.svg) Erişim tarihi: 07/09/2022
- Runkle, E. (2019). DLI 'Requirements'. <https://gpnmag.com/article/dli-requirements/> Erişim tarihi: 07/09/2022
- Seyhan, S., Seyhan, T. G., Silleli, H., Yılmaz, H. (2022). Bitki fabrikalarında kontrol edilen parametreler ve kontrol yöntemleri. İçinde *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi* 13(2), 153-159. <https://doi.org/10.24012/dumf.1058651>
- Shibayev, P. P., Pergolizzi, R. G. (2010). The Effect of Circularly Polarized Light on the Growth of Plants. *International Journal of Botany*, 7(1), 113-117. <https://doi.org/10.3923/ijb.2011.113.117>
- Tanigaki, Y., Fukuda, H. (2019). Chapter 2.4 – Control Theory in the Metabolic Rhythms of Plants. M. Anpo, H. Fukuda, T. Wada (Eds.), *Plant Factory Using Artificial Light*, 89-98. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813973-8.00009-9>
- Vanderbilt, V. C., Grant, L., Daughtry, C. S. T. (1985). Polarization of light scattered by vegetation. *Proceedings of the IEEE*, 73(6), 1012-1024. <https://doi.org/10.1109/PROC.1985.13232>
- Viršilė, A., Olle, M., Duchovskis, P. (2017). LED Lighting in Horticulture. S. Dutta Gupta (Ed.), *Light Emitting Diodes for Agriculture: Smart Lighting*, 113-147. Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5807-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5807-3_7)
- Wang, Y., Zhang, H., Zhao, B., Yuan, X. (2001). Improved growth of artemisia annua L hairy roots and artemisinin production under red light conditions. *Biotechnology Letters*, 23(23), 1971-1973. <https://doi.org/10.1023/A:1013786332363>
- Xu, Y. (2016). Seven dimensions of light in regulating plant growth. *Acta Horticulturae*, 1134, 445-452. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1134.56>
- Xu, Y. (2019). Chapter 2.1 – Nature and Source of Light for Plant Factory. M. Anpo, H. Fukuda, T. Wada (Ed.), *Plant Factory Using Artificial Light*, 47-69. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813973-8.00002-6>
- Yan, C., Zhou, H., Li, J. (2016). Safety production based LED light system design for plant factories. *2016 13th China International Forum on Solid State Lighting (SSLChina)*, 97-100. <https://doi.org/10.1109/SSLCHINA.2016.7804360>
- Zeidler, C., Schubert, D., Vrakking, V. (2017). *Vertical*

*Farm 2.0: Designing an Economically Feasible Vertical Farm – A combined European Endeavor for Sustainable Urban Agriculture.*

Zheng, J., Ji, F., He, D., Niu, G. (2019). Effect of Light Intensity on Rooting and Growth of Hydroponic Strawberry Runner Plants in a LED Plant Factory. *Agronomy*, 9(12), 875. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9120875>

Zwinkels, J. (2014). Light, Electromagnetic Spectrum. R. Luo (Ed.), *Encyclopedia of Color Science and Technology*, 1-8. Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27851-8\\_204-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27851-8_204-1)