

# Bitkisel Üretimde Tarla ve Bahçe Tarımı



Editör  
MEHMET İNAN

## **BİDGE Yayınları**

Bitkisel Üretimde Tarla ve Bahçe Tarımı

**Editör:** Prof. Dr. Memet İNAN

ISBN: 978-625-6707-93-1

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2023

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

[www.bidgeyayinlari.com.tr](http://www.bidgeyayinlari.com.tr) - [bidgeyayinlari@gmail.com](mailto:bidgeyayinlari@gmail.com)

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /  
Ankara



## ÖNSÖZ

Bitkisel üretim sektöründe, tarla bitkilerinin önemi yadsınamaz bir gerçektir. Dünyada olduğu gibi Ülkemizde de bitkisel üretimde verimlilik ve etkinlik düzeyinde önemli artışların olduğu göze çarpmaktadır. Küresel iklim değişikliği, nüfus artışı ve gıda güvenliği gibi konular, tarımsal üretim sürecini etkilemektedir. Bu durum üreticileri yeni bitki desenlerine yönelmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda tarım sektörü, sadece ülkemizde değil küresel bazda çok ciddi dönüşümler geçirmektedir. Küresel ısınmayla birlikte, yağışların az ve aylara göre düzensiz dağılımı, bitkisel üretimde aksamalara neden olmaktadır. Bu nedenle kuru tarım bölgelerine uygun bitki seçimleri yapılarak bu sorunun önüne geçilmelidir. Gelişmelere paralel olarak klasik tarla bitkileri yetiştiriciliği yanında, gıda krizlerinden etkilenmemek adına yeni bitki desenleri oluşturulması kaçınılmaz olmuştur. İnsan beslenmesinde en önemli pay tahıllar ve endüstri bitkileri gruplarında yer almaktadır. Sulanabilen alanlarda yetiştirilebilecek tarla bitkileri yanında kuraklığa dayanıklılığı yüksek bitkilerin belirlenmesi de önem arz etmektedir. Bitkisel üretimde, tarla şartlarında güncel yaklaşımların ele alındığı bu kitapta, ülkemiz şartlarında yetiştirilen ve kuru şartlarda yetiştiriciliği yapılabilecek bazı tarla bitkileri ele alınmıştır. Bilimsel sonuçların ortaya konduğu kitabın, tarım ve gıda sektörü ile uğraşan üreticilere, akademisyenlere ve öğrencilere yararlı olacağını ümit ediyorum. Bu vesile ile kitabın hazırlanmasında emeği geçen değerli akademisyenlerimize ve basımında görev alan tüm ilgililere teşekkürlerimi sunarım.

**Editör**

Prof. Dr. Memet İNAN

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	3
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	4
Tatlı Mısıra (Şeker Mısır) Genel Bakış.....	6
Ayşe Gülgün ÖKTEM.....	6
Abdullah ÖKTEM.....	6
Tatlı Sorgum Bitkisinin [ <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench ssp. <i>saccharatum</i> ] Botanik Özellikleri, Kimyasal Bileşimi Ve Kullanım Alanları.....	28
Abdullah ÖKTEM.....	28
Ayşe Gülgün ÖKTEM.....	28

Farklı Dikim Sıklıklarının İzmir Kekiğinin ( <i>Origanum onites</i> L.) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi .....	62
Emine ÇOLPAN.....	62
Mustafa CAN .....	62
Duran KATAR .....	62
Zeytin Yetiştiriciliğinde Ana Zararlı olan Zeytin sineğinin ( <i>Bactrocera oleae</i> Gmel.) (Diptera: Tephritidae) Tanımı, Biyolojisi, Zarar Şekli ve Uygulanan Mücadele Yöntemleri.....	98
Murat HELVACI.....	98
Salinity Stress in Plants: Types of Salinity, Physiological and Biochemical Responses and Adaptation .....	121
Hatice Kübra GÖREN.....	121
Uğur TAN.....	121
Sustainable Agriculture and Biodiversity Relationship .....	146
Koray KAÇAN.....	146

# BÖLÜM I

## Tatlı Mısıra (Şeker Mısır) Genel Bakış

**Ayşe Gülgün ÖKTEM<sup>1</sup>**  
**Abdullah ÖKTEM<sup>2</sup>**

### Giriş

Mısır bitkisi Graminea familyasının Maydae oymağında yer almaktadır. Tane özelliklerine göre, kavuz, tanenin renk ve iriliği, sömek rengi gibi özelliklere göre 7 alt varyete (at dişi, sert, unlu, şeker, cin, mumlu, kavuzlu mısır) tanımlanmış olup, tatlı mısır da *Zea mays saccharata* Sturt. varyetesinde yer almaktadır. Ülkemizde mısırın taze tüketimi daha çok at dişi mısır olarak yapılmakta iken, son zamanlarda özellikle bardakta mısırın yaygın bir şekilde tüketilmesi ile tatlı mısırın tanınırlılığı artmış ve gün geçtikçe daha da önem kazanmaya başlamıştır. Bunun yanı sıra lezzet olarak tatlı

---

<sup>1</sup> Doç. Dr, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

<sup>2</sup> Prof. Dr., Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

oluşu, sevilerek yenmesi nedeniyle taze tüketimi de artış göstermiştir. Ancak, ülkemizde tatlı mısırın üretim alanı ve tüketim miktarı ile ilgili istatistiki veri bulunmamaktadır.

Ülkemizde de sevilerek tüketilen bu alt varyete, diğer mısır varyetelerinden içermiş olduğu yüksek şeker oranı ile farklılık göstermekte, en fazla süt olum döneminde değerlendirilebilmektedir. Tatlı mısırın koçanları kaynatılarak veya közlenerek tüketilebildiği gibi, tanelenerek bardakta, dondurularak veya konserve olarak da tüketilebilmektedir (Resim 1). Yine İç Anadolu Bölgesi'nde kurutulan taneler çerez olarak değerlendirilebilmektedir. Taze olarak hasat edildiğinden, tarlada kalan sapları kaba yem veya silaj olarak da değerlendirilebilmektedir. Ülkemizde at dişi ve sert mısırlar yoğun şekilde haşlanarak tüketilmektedir. Şeker mısırın bu yönde rekabet edebilmesi için koçanları gelişmiş, şeker oranı yüksek çeşitlerin kullanımı söz konusu olabilmektedir.

### **Besin İçeriği ve Tane Yapısı**

Tatlı mısırın tane yapısı ve kimyasal bileşimi de diğer mısır varyetelerinden farklılık göstermektedir. Taneler olgunken, saydam ve kırışık görünümündedir. Embriyosu diğer mısır varyetelerine göre daha gelişmiş, daha fazla miktarda yağ ve protein içermektedir (Sade, 2002). Taneleri sarı, beyaz veya iki renkli olabilmektedir. Genellikle sarı renkliler içerdiği yüksek oranda yüksek vitamin (A, C vitaminleri) oranından dolayı tercih edilir. 100 g taze pişmiş şeker mısırdaki 120 mg vitamin A, 0.15 mg thiamin, 0.12 mg riboflavin, 1.7 mg niacin ve 2.0 mg askorbik asit bulunduğu bildirilmiştir (Başçiftçi & ark., 2012). Tatlı mısırın içerdiği farklı miktarlarda vitamin ve bazı besin değerlerine ait veriler ise Çizelge 1 'de verilmiştir (Alan, 2016).

Şeker mısır çeşitlerinin taneleri sarı, beyaz ve her iki rengi de taşıyabilmektedir. Olgunlaşma süresine göre 70 günden az olanlar erkenci, 70 ile 84 gün arası orta erkenci ve 84 günden fazla olanlar ise geçici olarak sınıflandırılmaktadır (Ağaçkesen, 2020).



Tatlı mısırın bin tane ağırlığı ise, genotipe, yetiştirme koşullarına göre değişiklik göstermekle birlikte 250-300 g arasında değişiklik göstermektedir.



*Resim 1. Tatlı mısır haşlanarak veya közlenerek tüketilebilmektedir.*



*Çizelge 1. Tatlı mısırdaki besin içerikleri*

İçerik	Miktar	İçerik	Miktar
Kalori	85kcal	Kalsiyum	2.67 mg
Toplam Karbonhidrat	18.67 g	Demir	0.40 mg
Protein	3.04 g	Magnezyum	23.14 mg
Şeker	4 g	Fosfor	68.53 mg
Vitamin A	234.07IU	Potasyum	194.02 mg
Vitamin B6	0.124 mg	Sodyum	0.89 mg
Vitamin C	4.90 mg	Çinko	0.55 mg
Vitamin K	0.36 mcg	Bakır	0.04 mg
Thiamin	0.083 mg	Manganez	0.15 mg
Riboflavin	0.051 mh	Selenyum	0.18 mcg
Folik Asit	20.5 mg	Kolin	25.90 mg

Kaynak: Alan, 2016.

Tatlı mısır varyeteleri içerdikleri şeker düzeylerine göre; standart, süper tatlı, şeker oranı artırılmış ve sinerjistik olmak üzere dört grupta toplanır. Şeker miktarları, şeker oranı üzerine etkili olduğu belirtilen gen isimleriyle ifade edilmektedir. Standart şeker mısır çeşitleri ‘su’ geni taşımakta olup, diğer şeker mısır gruplarına göre daha az şeker içeriğine sahiptir. Hasattan sonra içerdikleri şeker hızlı bir şekilde nişastaya dönüşmekte ve şeker içerikleri azalmaktadır. Bu nedenle konserve ve dondurma işleminde bu çeşitler önerilmektedir. Süper tatlı şeker mısır çeşitleri ise, ‘sh-2’ geni, şeker oranı artırılmış şeker mısır çeşitleri ‘se’ geni içermektedir. Sinerjistik olarak belirtilenlerin ise diğer tipler kadar üretimi yapılamamakta ve fazla bilinmemektedirler (Öktem & ark.,2017) Tatlı mısırdaki şeker oranını sadece genetik faktörler değil, yetiştirme koşulları da etkilemektedir.

## **Şeker Mısırın Bazı Bitkisel Özellikleri**

### **Kök**

Mısır bitkisinin kökleri 60 ile 80 cm kadar yanlara ve 2 ile 2,5 m derinliğe inebilmektedir. Mısırdaki geçici, kalıcı ve destek kökleri olmak üzere üç farklı kök bulunmaktadır. Geçici köklerin

sayıları 2-5 arasında değişmekte olup, embriyodan çıkar ve kökçük ile beraber köklenmede görev alır. Kalıcı kökler çıkıncaya kadar bitkiyi besler. Diğeri kalıcı kökler olup, fidelerde birkaç yaprak çıkınca gelişir, ilk 4-5 hafta içinde yanlara doğru bir gelişme gözlenir. Destek kökler; bitkinin toprak yüzeyindeki boğumlarından çıkar ve bitkinin yatmaya karşı direnç kazanmasını sağlar.

## **Sap**

Şeker mısırın sapı, boğum ve boğum aralarından oluşmaktadır. En üst boğum arasının uç kısmında tepe püskülü, ortadaki bir ya da birkaç boğumda ise koçanlar yer almaktadır.

Şeker mısırın bitki boyu yetiştirilen genotipe, toprak yapısına, ekolojiye, yetiştiricilikte uygulanan işlemlere (sulama, gübreleme, ekim zamanını uygun seçilmesi vb) göre farklılık göstermektedir. Ancak, bitki boyu diğer mısır varyetelerinden daha kısadır. Bunun yanı sıra geççi çeşitler, erkenci çeşitlere göre daha uzun boylu olmaktadır. Tokat yöresinde 14 çeşit ile yapılan bir çalışmada bitki boyunun ortalama 168 cm, en yüksek bitki boyunun ise Silver Quin çeşidinden (219 cm) elde edildiği bildirilmiştir (Küçükyağcı, 2020). Harran Ovası koşullarında 8 adet şeker mısır genotipi ile yapılmış olan bir çalışmada en yüksek bitki boyunun Lincoln ve GH-2547 çeşitlerinden, en düşük ise Secerac çeşidinden elde edildiği ve değerin 206.8 cm ile 168.2 cm arasında değiştii rapor edilmiştir (Öktem & Öktem, 2006). Eskişehir ekolojisinde yürütölen bir çalışmada, bitki boyunun 195 (Challenger) ile 230 cm (Merit) arasında değiştii açıklanmıştır (Sönmez & ark., 2013). Şeker mısırın bitki boyunun uzun olması, hasattan sonra tarlada kalan kısımların kaba yem olarak değerlendirilmesi açısından önemlidir. Daha yüksek boya sahip bitkiler daha çok yaprak oluşturacaktır.

## **Yaprak**

Mısır yaprağında uzunlamasına paralel damarları olan yaprak kını bulunmakta ve uzunca bir yaprak ayasından

oluşmaktadır (Resim 2). Yaprak ayasının üst yüzeyinde seyrek tüyler, alt kısımda ise fazla sayıda stoma bulunur. Ortalama yaprak sayısı 10.5-15.8 arasında değişmekle birlikte, erkenci çeşitlerde bu sayı daha az, geççi çeşitlerde fazladır (Williams,2008). Eskişehir koşullarında yapılan bir çalışmada şeker mısırdaki yaprak sayısının 9.16 ile 12.6 adet (Alan & ark., 2011), Isparta koşullarında 7.9 ile 11.1 adet (Sönmez & ark., 2019), Şanlıurfa ekolojisinde ise 12.9 ile 10.2 adet arasında değiştiği (Ağaçkesen, 2020) çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.



*Resim 2. Tatlı mısırın yaprak, sap ve koçan görünümü*

## **Çiçek**

Mısırın erkek ve dişi çiçekleri bitkinin farklı kısımlarında bulunmaktadır. Erkek çiçekleri tepe püskülünde yer alırken, dişi çiçekleri ise saptaki boğumlardan çıkan koçanlar üzerinde bulunmaktadır. Mısır bitkisi yüksek oranda (%95) yabancı

döllenmektedir (allogam). Tepe püskülünün çıkış süresi çeşitlere ve yetiştirme koşullarına göre farklılık göstermektedir. Tepe püskülü çıkış süresi, erkencilik açısından önemlidir. Çünkü, taze tüketim için kullanılan şeker mısırda, özellikle turfanda olarak ürün sunulması, üreticinin daha fazla gelir elde etmesi açısından önem kazanmaktadır (Kul, 2012). Özellikle nemli ve serin dönemlerde tepe püskülü çıkış süresinin uzadığı, sıcak iklim koşullarında bu sürenin kısaldığı bildirilmiştir (Bajtay, 1990). Genellikle tepe püskülü, koçan püskülü çıkmadan yaklaşık 7-10 gün önce görülebilir.

## **Koçan**

Koçan, dişi çiçeklerin silindirik olarak ana koçan üzerinde yer aldığı kısımdır. Yaprak koltuğunda bulunan koçan sapında birbirine yakın boğumlarla birlikte çok kısalmış boğum araları bulunur. Koçan sapı üzerinde bulunan her bir boğumdan çıkan koçan yaprağı koçanı tamamen sarmaktadır.

Mısır bitkisinde koçan boyu, koçan çapı ve koçanda tane sayısı tane verimine etki eden önemli özelliklerdendir. Koçan boyu ve koçan çapı değerinin yüksek olması koçandaki tane sayısını da artıracak ve dolayısıyla tane verimi de artmış olacaktır. Tatlı mısırda özellikle taze tüketimde koçan boyu ve koçan çapı pazar değerinin de artmasına neden olan faktörlerdendir (Resim 3).



*Resim 3. Koçanların uzun ve gösterişli olması pazar değerini artırmaktadır.*

Yapılan çalışmalarda koçandaki tane sayısının yetiştirme koşullarına, çeşide ve bölgeye göre değiştiği grlmştr. Orta Anadolu koşullarında en yüksek koçan sayısı Jübile çeşidinden (758 adet/da) elde edildiği, en düşük değerin ise Challenger (593 adet/da) eşidinden elde edildiği bildirilmiştir. Öktem & ktem (2006), şanlıurfa koşullarında yürüttükleri çalışmada en yüksek tane sayısını GH-2547 (749.9 adet/koçan), en düşük tane sayısını ise Secerac (531.3 adet/koçan) eşitlerinden elde etmişlerdir (izelge 2). Koçan apı değerini Kara & Akman (2002), 45.6 ile 47.5 mm, arasında, Turgut & Balcı (2002) 41.5 ile 45.0 mm arasında, Eşiyok ve ark. (2004) 42.4 ile 43.9 mm, ktem & ktem (2006) 47.10 ile 37.87 mm arasında bulduklarını açıklamışlardır (Resim 4).



*Resim 4. Tatlı mısırın koçanından görünüm*

*Çizelge 2. Bazı şeker mısır genotiplerinin Harran Ovası/Şanlıurfa koşullarında koçan çapı ve koçanda tane sayısına ait değerleri (Öktem ve Öktem, 2006).*

Çeşit	Koçan çapı (mm)			Koçanda tane sayısı (adet/koçan)		
	2003	2004	2003-04	2003	2004	2003-04
Merit	41.73 cd	40.60 cd	41.17 bc	570.8 cde	544.4 d	557.6 e
Jubilee	38.53 de	37.20 e	37.87 d	556.0 de	602.8 cd	579.4 de
GH-2547	40.57 cde	44.30 b	42.43 b	712.3 a	787.5 a	749.9 a
Lincoln	42.60 bc	43.93 b	43.27 b	694.7 ab	702.6 ab	698.7 ab
Reward	43.33 bc	43.60 bc	43.47 b	635.1 bc	621.0 bcd	628.1 cd
Secerac	37.67 e	40.13 de	38.90 cd	534.8 e	527.9 d	531.3 e
Martha	45.83 ab	49.07 a	47.45 a	620.1 bcd	662.0 bc	641.1 bcd
Vega	46.63 a	47.57 a	47.10 a	681.4 ab	709.5 ab	695.5 abc
LSD	3.237	3.257	2.531	75.17	96.51	67.43

\* Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

## **Şeker Mısırın İklim ve Toprak İsteği**

Birçok şeker mısır çeşidi 13 saatten fazla gün uzunluğunda çimlenememekte, vejetatif aksam gelişmesine rağmen çiçeklenme olmamaktadır. Birinci ürün tatlı mısır yetiştiriciliğinde, optimum bitki gelişimi için sıcaklığın 14-15 °C olması gerektiği, daha düşük sıcaklıklarda ise bitkinin olumsuz etkilendiği görülmektedir (Waters & ark. 1990).

Ekim erken yapılacaksa, daha çabuk ısındığı için kumlu topraklar tercih edilmelidir. Süper tatlı mısır çeşitleri için minimum toprak sıcaklığının 15.5 ile 18.3 °C olması gerekirken, bütün tatlı mısır varyeteleri için optimum toprak sıcaklık isteğinin 23.8 ile 35 °C arasında değiştiği, toprak sıcaklığının düştükçe, çimlenme oranının da düştüğü açıklanmıştır (Erdal & Pamukçu, 2005). Drenajı iyi, derin, besin maddelerince zengin PH'sı 6.5-8.5 topraklar yetiştiriciliği için uygundur. Aşırı nemli, havalanması zayıf, geç ısınan topraklarda ekim gecikmekte, çimlenme ve gelişme olumsuz etkilenmektedir.



## Yetiştirme Tekniği

### Ekim Zamanı

Tatlı mısırın ekim zamanı yetiştiriciliği yapılan bölgeye, yetiştirme amacına ve iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir. İkinci ürün olarak yetiştirilecek ise, bitkinin sonbahar yağışlarından veya olumsuz iklim koşullarından etkilenmesini önlemek için ekimin mümkün olduğunca erken yapılması gerekmekte ve erkenci çeşitler tercih edilmelidir (Sencar & ark., 1992).

Değişik bölge ve iklim koşullarında ekim zamanının belirlemek amacıyla yapılmış çok sayıda araştırma mevcuttur. Isparta koşullarında yapılan bir çalışmada Batem şeker mısırı çeşidi kullanılarak yapılan bir çalışmada, 15 Mayıs – 1 Haziran tarihler arasında ekildiğinde en iyi sonucun alındığı bildirilmiştir (Burcu & Akgün, 2018). Şanlıurfa ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne yakın iklim koşulları için 25 Haziran-25 Temmuz arasındaki ekimlerin uygun olacağı, erken ekimlerde ise (25 Nisan-25 Haziran) taze koçan veriminin düşük olabileceği açıklanmıştır (Öktem & ark. 2004). Diyarbakır ekolojik koşullarında yürütölen bir araştırmada ise en uygun ekim zamanı 15 Nisan ile 1 Mayıs, kalite yönünden ise 15 Mayıs ile 1 Haziran tarihleri olarak belirlenmiştir (Kılınç & ark., 2023). Eskişehir koşullarında yürütölen bir araştırmada ise kavuzsuz koçan verimi en yüksek 30 Mayıs tarihinde yapılan ekimden ve Sunshine çeşidinden elde edilmiştir (Alan & ark., 2011).

Erken olgunlaşma nedeniyle turfanda yetiştiriciliğin söz konusu olduğü yörelerde erken ekimin, alçak plastik tünel altına ekim veya fide ile yetiştiriciliğinin yapılabileceği açıklanmıştır (Bozokalfa & ark., 2004). Ekim zamanı geciktikçe tepe püskölü ile koçan püskölü çıkarma sürelerinin kısaldığı belirtilmiştir (Turgut & Balcı, 2002). Erzurum'a benzer yüksek rakımlı bölgelerde, tatlı mısırdaki yüksek verim ve kalite için ekimin olabildiğince erken yapılması, özellikle 23 Mayıs'ta yapılacak ekim ile başarılı sonuçların alınabileceği vurgulanmıştır (Kaymak & Ürüşan, 2020).

## Çeşit Seçimi

Bütün kültür bitkilerinde olduğu gibi, şeker mısır da tüm ekolojik koşullara uygun, yüksek verim ve kaliteli ürün veren bir çeşit bulunmamaktadır. Birim alandan kaliteli ve yüksek verim alınabilmesi için her bir bölgeye uygun mısır çeşitlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanım amaçlarına göre haşlanarak, taze olarak tüketime yönelik şeker mısırında, koçanların iri, tanelerin dolgun ve gösterişli olması pazar için aranan en önemli özelliktir. Bunun yanı sıra, şeker mısır üretiminde tarlada yeknesak olgunlaşma gösteren, kardeşlenmeyen, şeker içeriği yüksek, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve yüksek verimli şeker mısır çeşitleri ön plana çıkmaktadır.

Yine, kullanım amacına göre, konserve veya dondurma için yetiştirilecek ise, burada koçan iriliğinden daha çok koçandaki taze tane verimi ve tanenin kalitesi (yüksek şeker ve düşük nişasta içeriği) önemli olmaktadır. Tatlı mısır tanelerinin şeker içeriğine, yalnızca endospermelerinde bulunan tatlılık geninin değil, yetiştirilen çeşidin, ekolojinin ve yetiştirme koşullarının da etkili olduğu vurgulanmaktadır (Szymanek, 2012)

Taze tüketimde daha çok at dişi ve sert mısırın fazlaca tüketildiği ülkemizde; şeker mısır üretiminin istenilen seviyeye ulaşması, tanınırılığının artması ve rekabet edebilmesi için tüketim amacına uygun ve şeker oranı yüksek çeşitlerin üreticilere tavsiye edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla şeker mısır çeşitleri farklı ekolojik koşullarda, birçok araştırmacı denemeler yaparak, uygun çeşitleri belirlemeye çalışmışlardır: Bu çalışmalardan birisi de, Şanlıurfa/Harran Ovası koşullarında yürütülmüş olup, taze tek koçan ağırlığı ve taze koçan verimi değerlerine ait bazı değerler ise Çizelge 2’de verilmiştir. Taze tek koçan ağırlığı, taze koçan verimi yüksek olan Vega, Merit, Martha, Jubilee ve Reward gibi çeşitleri Harran Ovası ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile benzer ekolojilere sahip bölgeler için önerilmiştir (Çizelge 3), (Öktem & Öktem, 2006).

Orta Anadolu koşullarının şeker mısır yetiştiriciliğinde oldukça elverişli olduğu, bunun yanında çeşit seçiminin de çok önemli olduğu, Vega çeşidinin ise, söz konusu bölge için önerilebilecek çeşit olarak ön plana çıktığı bildirilmiştir (Eser & Soylu 2020).

Eskişehir ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, 6 şeker mısır çeşidi (Challenger, Lumina, Sunshine, Yellow Baby, Jubile ve Merit) kullanılmış, çeşitlerin teknolojik ve kalite özellikleri bakımından farklı özelliklerde olduğu belirtilmiştir. Taze tane verimi, koçan randımanı ve koçanda tane sayısı bakımından yetiştiriciye öncelikle Lumina, Merit ve Sunshine çeşitlerinin önerilebileceği, Yellow baby çeşidinin ise en yüksek kuru madde, suda çözünebilir kuru madde içeriği ile diğerlerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu açıklanmıştır (Başçiftçi & ark., 2013).

Erzurum ekolojik koşullarında yapılan bir araştırmada Vega F1, Merit F1, Martha F1, ve Sunshine F1 çeşitleri kullanılarak yapılan bir çalışmada, kullanılan çeşitlerin tamamının özellikle Martha F1 çeşidinin, yüksek verim ve kalite için önerilebileceği bildirilmiştir (Kaymak & Ürüşan, 2020).

Ordu koşullarında yürütülen bir çalışmada ise, Challenger F1, Merit F1, 2201 F1, Sunshine F1 ve Yellow Baby F1 çeşitleri kullanılmış olup, Merit çeşidinden en yüksek koçan verimi elde edilmiştir (Ayhan, H.2011)

*Çizelge 3. Bazı şeker mısır genotiplerinin Harran Ovası/Şanlıurfa koşullarında taze tek koçan ağırlığı ve taze koçan verimine ait değerleri (Öktem ve Öktem, 2006).*

Çeşit	Taze Tek Koçan Ağırlığı (g)			Taze Koçan Verimi (kg/da)		
	2003	2004	2003-04	2003	2004	2003-04
Merit	231.0 ab	233.3 ab	232.2abc	1544.0 abc	1485.0 b	1515.0 b
Jubilee	180.7 de	183.3 cd	182.0 d	1431.0 c	1425.0 b	1428.0 b
GH-2547	197.3 cd	218.0 abc	207.7 c	958.7 e	1160.0 c	1059.0 d
Lincoln	230.3 ab	253.0 a	241.7 ab	1083.0 d	1232.0 c	1158.0 c
Reward	228.3 ab	214.3 bc	221.3 bc	1594.0 ab	1263.0 c	1428.0 b
Secerac	159.0 e	176.7 d	167.8 d	811.7 f	865.3 d	838.5 e
Martha	220.0 bc	234.0 ab	227.0 abc	1487.0 bc	1469.0 b	1478.0 b
Vega	252.0 a	251.3 ab	251.7 a	1646.0 a	1627.0 a	1637.0 a
LSD	26.73	37.12	25.21	120.4	207.5	88.97

\* Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde önemli farklılık yoktur

Burdur 2. ürün koşullarında yürütülen bir araştırmada ise, Mirza, Batem tatlı, Bond, Calipso, SF1280, Khan, Argos,ve Vega F1 şeker mısır çeşitleri denenmiş, taze tüketime yönelik olarak Vega, Mirza, Agros F1 ve SF1280 çeşitlerinin öne çıktığı açıklanmıştır (Yıldırkan & Kara, 2020).

## **Ekim Sıklığı ve Gübreleme**

Mısır bitkisine verilecek gübre miktarı çeşide, ekolojik koşullara, toprak yapısına, uygulanan kültürel işlemlere göre farklılık göstermektedir. Ancak, mısır azotlu gübre ihtiyacı fazla olan bir bitkidir. Güneydoğu Anadolu ve benzer ekolojilerde Vega tatlı mısır çeşidi için 32 kg/da N dozu yeterli bulunurken (Oktem & ark.,2020), Khan F1 mısır çeşidi için 20 cm sıra üzeri 18 kg/da azot miktarı uygulamasından en yüksek taze koçan verimi elde edilmiştir (Boztepe, 2022).



*Resim 5. Uygun ekim sıklığı ve gübre miktarı tane verimini artırmaktadır.*

Koçak (1991), artan azot dozları ile birlikte tatlı mısırdaki yaş koçan veriminin de arttığını bildirmiştir (Resim 5). Turgut (2000), Bursa koşullarında yürüttüğü bir çalışmada taze koçan verimi bakımından 21.4 cm sıra üzeri mesafesinde ve 28 kg/da azot dozunda en yüksek değerleri bulduklarını açıklamıştır. Burdur yöresinde yapılan bir çalışmada ise, Vega F1 tatlı mısır çeşidi kullanılmış, yavaş salınımlı azotlu gübre verilmiş ve 20 kg/da dozunda en yüksek verim elde edildiği bildirilmiştir (Kocabaş & Akgün, 2021). Tokat koşullarına yapılan bir çalışmada ise, taze koçan verimi bakımından en uygun azot dozu 24 kg/da olarak belirlenmiştir (Sakin & Azapoğlu, 2017). Tekirdağ koşullarında yapılan bir çalışmada ise, Vega mısır çeşidinde 30 cm sıra üzeri mesafede en yüksek değer elde edilmiştir (Özerkişi, 2016).

Isparta yöresinde yürütülen bir çalışmada çalışmada farklı ekim sıklığının tatlı mısırdaki verim ve kalite özelliklerine etkisini araştırılmış, en yüksek taze koçan veriminin 15 cm sıra üzeri mesafedeki ekimden, en yüksek şeker oranının ise 25 cm sıra üzeri mesafede yapılan ekimlerden elde edildiği, ayrıca sıra üzeri mesafe arttıkça tanedeki şeker oranının da arttığı açıklanmıştır (Burcu 2016).

## **Ekim Derinliği**

Ekim derinliği kullanılan çeşide, iklim koşullarına ve toprak yapısına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak ekim derinliği 3 ile 10 cm arasında değişmektedir. Ağır, kaymak bağlayan topraklarda küçük taneli çeşitler kullanılıyorsa ekimin yüzlek, kuru ve sıcak topraklarda ise derin yapılması gerekmektedir. Küçük taneli çeşitlerde daha yüzeysel ekim yapılmalıdır. Genellikle 5-6 cm ekim derinliği yeterli olmaktadır.

## **Sulama**

Mısır bitkisi özellikle tepe ve koçan püsküllerinin çıkış döneminde sulamaya karşı hassastır. Çünkü tepe püskülü çıkış döneminde polen tozlarının canlı olması gerekmektedir. Sulama miktarı ve sayısı bölgelere, toprak yapısına ve kullanılan çeşide göre farklılık göstermektedir. Öktem & ark. (2003) iki yıl boyunca yürüttükleri bir araştırmada, damla sulama yöntemi ile şeker mısırda en yüksek taze koçan verim değerlerini ilk yıl 1366 kg/da, ikinci yıl ise 1319 kg/da olarak bulmuşlar, bu değerleri %100 bitki su tüketim miktarı ile 2 günlük sulama sıklığından elde ettiklerini açıklamışlardır. Yine, 8 günlük sulama sıklığı ve % 70 su tüketim miktarında ise , 855 ve 729 kg/da taze koçan verimi ile en düşük değer elde etmişlerdir.

## **Hasat**

Tatlı mısırın vejetasyon süresinin kısa, besin değerinin yüksek olması dolayısıyla, yüksek karlılık elde edebilmek için uygun çeşitlerin ekilmesinin yanı sıra uygun dönemde hasat edilmesi de önem taşımaktadır (Resim 6). Hasat zamanı bölgeye, yetiştirme koşullarına ve kullanılan çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Harran Ovası koşullarında, 5 farklı mısır çeşidi kullanılarak (Merit, Jübile, Baron, Vega ve GSS 5649) yapılan bir çalışmada, en yüksek taze koçan verimi orta-sarı olum döneminde, tane şeker oranına ise orta süt olum döneminde ulaşıldığı bildirilmiştir (Ağaçkesen, 2020). Şanlıurfa koşullarında Merit şeker mısırı çeşidi için, orta sarı ve geç



sarı olum dönemindeki hasadın şeker mısırdaki verim ve kuru madde açısından ekonomik olarak en uygun zaman periyodu olduğu açıklanmıştır (Ağaçkesen & Öktem, 2020).

Şeker mısır hasattan hemen sonra hızlı bir şekilde şeker kaybetmeye başlar, maksimum kaliteyi elde etmek için hasattan sonra 1 saat içinde 0°C'lik soğuk ortama taşınmalıdır. Sıcak hava koşullarında solunum ve etilen üretimi artarken, ürünlerde ağırlık kaybı da artar, olgunlaşma hızlanır ve ürünün ömrü kısalmıştır (Weichmann, 1986). Şeker mısırı ortama yüksek ısı yayar ve dolayısıyla solunum hızı da yükselir. Bu nedenle şeker mısırında hızlı bir şeker kaybı olmaktadır (Evensen & Boyer, 1986; Olsen & ark., 1991). Şeker ve kalite kaybını önlemek için hasattan sonra hızlıca soğutma işlemi yapılmalı, ürün bekletilmemelidir.



*Resim 6. Şeker mısır tarlasından genel görünüş*

## Kaynaklar

Alan, Ö. (2016) Tatlı mısır (şeker mısır) hakkında genel bir değerlendirme.

<https://www.researchgate.net/publication/311495708> (Erişim Tarihi:01.11.2023)

Alan Ö., Sönmez K., Budak, Z., Kutlu, İ. &, Ayter, N.G. (2011) Eskişehir ekolojik koşullarında ekim zamanının şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt.) verim ve tarımsal özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (4): 34-41 ISSN:1309-0550.

Ağaçkesen, M.N. (2020) Tatlı mısırdaki (*Zea mays* L. *Saccharata*) farklı zamanlarda yapılan hasadın verim ve verim unsurlarına etkisi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı

Ağaçkesen, M.N. & Öktem, A. (2020) Farklı zamanlarda yapılan hasadın merim tatlı mısır Çeşidinde (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt) taze koçan verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (1): 69-76

Ayhan, H. (2011) Ordu ekolojisinde farklı ekim ve dikim zamanlarının tatlı mısırdaki koçan verimi ve kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bajtay, I. (1990) Correlation between sowing dates and tillering in sweet corn. *Field Crop Abst.* 43:4

Başçıftçi, Z.B., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Sönmez, K. & Evrenosoğlu, Y., 2012. Bazı Şeker Mısır Çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) Teknolojik ve Kalite Özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 26 (4): (2012) 11-18 ISSN:1309-0550.

Başçıftçi, Z.B., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Sönmez, K. & Evrenosoğlu, Y. (2013) Bazı şeker mısır çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) teknolojik ve kalite özellikleri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 27(2):84-91.

Bozokalfa, K.M., Eşiyok, D. & Uğur, A. (2004) Ege Bölgesi koşullarında ana ve ikinci ürün bazı hibrit şeker mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) çeşitlerinin verim, kalite ve bitki özelliklerinin belirlenmesi. *E.Ü. Zir. Fak. Der.*, 41(1):11-19.

Boztepe, A. (2022) Tatlı mısırdaki (*Zea mays* L. *saccharata*) azot dozlarının ve sıra üzeri mesafeleri verim ve verim özellikleri üzerine etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Ş.Urfa

Burcu, Y. (2016) Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırında (*Zea mays* L. *Saccharata* Sturt.) taze koçan verimi ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Isparta Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta.

Burcu, Y. & Akgün, İ. (2018) Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) taze koçan verimi ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2); 679-684.

Erdal, Ş. & Pamukçu, M. (2005) Tatlı Mısır ( *Zea mays saccharata* Sturt. ). [https://www.horticulturalstudies.org/uploads/pdf\\_275.pdf](https://www.horticulturalstudies.org/uploads/pdf_275.pdf) (Erişim:12.10.2023)

Eser, C. & Soylu, S. (2020) Orta Anadolu koşullarında şeker mısır çeşitlerinin taze koçan verimi ile bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 9 (2): 147-157, 2020 e-ISSN: 2687-3753, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad>

Esiyok, D., Bozokalfa, K. M., Uğur, A. (2004) Farklı lokasyonlarda yetistiren şeker mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) çeşitlerinin verim, kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *E.Ü. Zir. Fak. Derg.*, 41(1), 1-9.

Evensen, K.B., Boyer, C.D., 1986. Carbohydrate Composition and Sensory Quality of Fresh and Stored Sweet Corn.

Journal of the American Society for Horticultural Science, 111:734-738

Kara, B. & Akman, Z. (2002) Şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) koltuk ve uç alma ile yaprak sıyrımının verim ve koçan özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 9-18.

Kaymak, H.Ç.& Ürüşan, A.H. (2020) Performance of some sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) cultivars in high altitude conditions. *Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty*, 51 (3): 288-296, ISSN: 1300-9036, E-ISSN: 2651-5016

Küçükyavaş, Ş. (2020) Bazı yeni şeker mısırı tiplerinin Tokat-Kazova koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*

Kul, E.M. (2012) Eskişehir koşullarında sıra arası mesafe ve ekim zamanının şeker mısırın bazı tarımsal özelliklerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 sayfa, Eskişehir.

Kılınç, S., Atakul, Ş., Kahraman, Ş., Aktaş, H., Erdemci, İ. & Gül, İ. (2023) Ekim zamanlarının şeker mısır (*Zea Mays Sacchararata* Sturt.) çeşitlerinde bazı verim ve kalite özelliklerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(2), 282-292, <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.104953>.

Kocabaş, A. & Akgün, İ. (2021) Burdur ekolojik şartlarında farklı azotlu gübre çeşit ve dozlarının şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) koçanın bazı tarımsal özellikleri üzerine etkisi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 178-186.

Koçak, M. (1991) Samsun ekolojik şartlarında bazı şeker mısır çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklerine azotlu gübrelemenin etkisi üzerine bir araştırma, Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bil.Ens., *Y. Lisans Tezi*.

Olsen, J.K., Blight, G.W. & Gillespie, D. (1990) Comparison of yield, cob characteristics and sensory quality of six super sweet (sh2) corn cultivars grown in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30 (3).

Öktem, A., Simsek M. & Öktem, A.G. (2003) Deficit irrigation effects on sweet corn with drip irrigation system in a semi-arid region. *I. Water-Yield Relationship, Agricultural Water Management*. 61(1)63-74

Öktem, A., Öktem, A.G. & Coşkun, Y. (2004) Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays* L. *Saccharata* Sturt.) under Şanlıurfa conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 83-91.

Öktem, A. & Öktem, A.G. (2006) Bazı şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) genotiplerinin Harran Ovası koşullarında verim karakteristiklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniv.Zir.Fak.Derg.*20:1

Öktem, A.G, Öktem, A., Canbeyli, S. & Dusak, L. (2017) Tatlı mısırdaki kaliteyi etkileyen faktörler. Türkiye 12. Tarla Bitkileri Kongresi, Poster ve Sözlü Bildiriler S:77-80, 12-15 Eylül, K.Maraş

Özerkişi, E. (2016). Tekirdağ koşullarında farklı sıra üzeri mesafelerin bazı şeker mısırı (*Zea mays* L. *saccharata* sturt.) çeşitlerinde taze koçan verimi ve kalite özelliklerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

Sade, S. (2002) Mısır Tarımı. Konya Ticaret Borsası, yayın no.1. Konya

Sakin, M.A. & Azapoğlu, Ö. (2017) Tokat-Kazova koşullarında şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt.) taze koçan ve tane verimi ile bazı verim ve kalite özelliklerine azot ve fosforun etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (3), 46-55.

Sencar, Ö., Gökmen S, Koç,H. & Okutan, M. (1992) Tokat ekolojik şartlarında 11. ürün olarak şeker mısır yetiştirme olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma *C.Ü. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 242-258.

Sönmez, K., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Başçiftçi , Z. & Evrenosoğlu, Y. (2013) Bazı şeker mısırı çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) bitki, koçan ve verim özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (1):28-40, ISSN 1304-9984.

Szymanek, M. (2012) Processing of sweet corn. trends in vital food and control engineering. Prof. Ayman Amer Eissa (Ed.). ISBN: 978-953-51-0449-0. InTech. <http://www.intechopen.com/books/trends-in-vital-food-and-control-engineering/processing-of-sweet-corn> (Erişim: Eylül 2023)

Turgut, İ. & Balcı, A. (2002) Bursa koşullarında değişik ekim zamanlarının şeker mısırı (*Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt.) çeşitlerinin taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkileri. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 16(2), 79-91.

Waters, J.L., Burrow,s R.L., Benne, M.A. & Schoenecker, J. (1990) Seed moisture and transplant management techniques influence sweet corn stand establishment. growth, development and yield. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, 115:6, 887-892.

Weichmann, J. (1986) The Effect of controlled-atmosphere storage on the sensory and nutritional quality of fruits and vegetables. *Horticulture Review*, 8:101- 127.

Williams, M.M. (2008) Sweet corn growth and yield responses to planting dates of the north central united states. *Hortscience*, 43(6):1775–1779.

Yıldırkan, Ü. & Kara, B. (2020) Burdur ikinci ürün koşullarında bazı şeker mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*)



çeşitlerinin taze koçan özellikleri. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*. 2(1): 30-33.

## BÖLÜM II

### Tatlı Sorgum Bitkisinin [*Sorghum bicolor* (L.) Moench ssp. *saccharatum*] Botanik Özellikleri, Kimyasal Bileşimi Ve Kullanım Alanları

**Abdullah ÖKTEM<sup>1</sup>**  
**Ayşe Gülgün ÖKTEM<sup>2</sup>**

#### Giriş

Günümüzde dünya nüfusuna bağlı olarak gıda ve enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler gelecekle ilgili stratejilerini gıda ve enerji sektörüne yönelik olarak belirlemekte, bu alanda araştırma ve geliştirme çalışmalarına büyük miktarda ödenekler ayırmaktadırlar.

Özellikle kısa sürede fazla miktarda ürün ve biyokütle üreten, su ve bitki besin maddesi tüketimi az olan, olumsuz çevre koşullarından az etkilenen, insan ve hayvan beslenmesi yanında

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

<sup>2</sup> Doç. Dr. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

endüstride de kullanılabilir yeni alternatif bitkiler arayışı devam etmektedir.

Sorghum bitkisi insan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak da kullanılabilir (Buxton ve ark., 1999; Koppen & ark., 2009). Ülkemizde hayvansal üretim son yıllarda gelişim göstermiş olsa da gelişmiş ülke seviyelerinin çok altındadır. Bunun sebeplerinden biri de yem bitkileri üretiminin yeterli olmamasıdır. Özellikle kaliteli yem ihtiyacının karşılanamaması sebebiyle hayvanlarımızın verimi gelişmiş ülkelerdeki hayvanların veriminin çok altındadır (Soya & ark., 2004).

Su ihtiyacı yüksek olmayan, kurak bölgelerde de yetiştirilebilen sorgum bitkisi kaliteli yem ihtiyacının karşılanmasını sağlayabilecek iyi bir alternatiftir. Ülkemizde tarla tarımı içerisinde yeşil ot üretimi ve silaj yapımı suretiyle yararlanılan sorgum yetiştirme koşullarına ve yetiştirildiği bölge koşullarına bağlı olmakla birlikte ortalama 5-14 t da<sup>-1</sup> yeşil ot (Avcıoğlu & ark., 2009) ile 9.3-18.4 t da<sup>-1</sup> arasında (Öktem & Öktem, 2022) biyokütle verimine sahiptir.

Çok biçimli olan türler, sulanan alanlarda sürekli yeşil yem olanağı sunmaktadır. Bununla birlikte silajının yapılması suretiyle de kışın yem sorunu yaşayan bölgelerdeki hayvanlar için cazip bir besin kaynağı olmaktadır.

Ayrıca sorgum tanelerinin gluten içermemesi, antioksidanlarca ve mineral maddece zengin olması sebebiyle tahıllarda bulunan gluten'e alerjisi olan kişiler tarafından unundan yararlanılması suretiyle değerlendirilebilmektedir.

Ayrıca sorgum Çin, Güney Amerika, Güney Afrika, Hindistan ve son zamanlarda Amerika Birleşik Devletleri'nde olmak üzere dünyanın birçok yerinde geleneksel yerel bira üretimi amacıyla kullanılmaktadır (Aruna & Visarada, 2019).

Enerji alanında dışa bağımlı olmak istemeyen ülkeler ihtiyaçlarını karşılamak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye ve bu yönde yatırım yapmaya başlamışlardır. Fosil

kaynaklarının yakın zamanda tükeneceği de göz önüne alındığında enerji ihtiyacının karşılanması için sürdürülebilir alternatif çözümler bulmak vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir (Öztürk, 2008).

Uluslararası anlaşmazlıkların temelinde genellikle enerji sorununun bulunduğu göz önüne alınırsa çözüm alternatiflerinden birisi de fosil yakıtlarla beraber tüketilmeye başlanan bitkisel etanol üretimidir (Sabancı & ark, 2010).

Dünya’da ve ülkemizde artan enerji ihtiyacı ve hızla tükenen fosil enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmıştır. Tatlı sorgum, yenilenebilir enerji elde etmek için kullanılacak önemli bir bitkidir (Öktem & ark., 2018a).

Hem temiz hem de sürdürülebilir enerji özelliği olan bitkilerden etanol elde edilmesi üzerinde durulması gereken bir konudur (Topal & Arslan, 2008). Bu bağlamda özellikle tatlı sorgum bitkisi alternatif enerji kaynağı olarak bitkisel etanol üretilebilmesi özelliğiyle birçok ülkede kullanılan bir bitkidir.

Tatlı sorgum enerji bitkisi olmasının yanı sıra, konsantre şurup olarak iyi bir şeker kaynağıdır. Tatlı sorgum bitkisi, şeker üretiminin yapıldığı diğer bitkilerin yetişemediği yerlerde de üretilebildiğinden bu yerler açısından önemli bir avantaj oluşturabilir. Ayrıca şeker pancarı ekilen bölgelerde artan hastalıklar ve zararları azaltmak ve bitki öz suyundan etanol üretmek için şeker pancarı ile münavebe yapılabilceği bildirilmektedir (Frese, 1994).

Tatlı sorgum bitkisi tanelerinin insan ve hayvan beslenmesinde kullanımı, biyokütlesinin hayvan beslenmesinde kullanımı, saplarında bulunan şeker oranı yüksek öz suyundan pekmez ve biyoetanol üretimi ve biyoyakıt olarak kullanımı ile ön plana çıkmaktadır.

Tatlı sorgumun kullanım alanları dünyada her geçen gün artmaktadır. Tatlı sorgumun saplarından elde edilen şırasından (etanol üretimi için), sapından (enerji üretimi, plastik üretimi), tanesinden (hayvan yemi ve etanol üretimi için) yararlanılmaktadır. Tatlı sorgum küspesi ve yeşil yaprakları mükemmel bir yem, organik

gübre (Adante & ark., 2011), sanayide selülozik hammadde ve kağıt hamuru kaynağı (Almoderes & Goli, 2013) olarak geniş kullanım alanlarına sahiptir.

## **Tatlı Sorgum Bitkisinin Botanik Özellikleri**

Tatlı Sorgum bitkisi [*Sorghum bicolor* (L.) Moench ssp. *saccharatum*] Poaceae familyasından C4 fotosentez özelliğine sahip tek yıllık bir bitkidir. İngilizcede “Sweet Sorghum”, Almandada “Zuckerhirse”, Afrika dillerinde “Durra”, Hintçede “Jowar”, Etiyopya’da “Bachanta” olarak adlandırılmaktadır.

Orijini Kuzey ve Doğu Afrika olup, yüksek büyüme hızına ve çok etkili bir kök sistemine sahiptir. Kültürü yapılan tek yıllık sorgumların tümü kültür formu olan *Sorghum vulgare* Pres. (n=10) türüne girer. Kültür Sorghumları kullanılmalarına göre 4 agronomik grupta incelenir (Sağlamtimur & ark., 1989).

**1) *Sorghum vulgare* (Tane Sorgum)** : Darılar içinde en iri tane bu grupta bulunduğu ve taneleri kavuzlarından kolaylıkla ayrıldığından daha çok tane ürünü için yetiştirilmektedir. Bu grup içerisinde bazı çeşitler silo yemi ve kuru yem elde etmek için de kullanılabilir. Bitki boyu 0.6-3 m arasında değişir. Bitki ıslahı neticesinde tane tipi çeşitlerde boy kısaltılmıştır.

**2) *Sorghum technicus* (Süpürge Sorgum)** : Salkım sapı ve salkım yan dalları uzun ve kopmaya dayanıklı olduğundan süpürge yapımında kullanılır. Kardeşlenme fazla olduğundan, bir bitkide salkım veren birkaç sap meydana gelebilir. Yaprak sayısı az ve yaprakları tane sorguma göre daha dardır. Taneleri hayvan yemi olarak da değerlendirilebilir.

**3) *Sorghum sudanense* (Sudan Sorgum)** : Yıllık yada çok yıllık tipleri bulunmakta olup, kardeşlenmesi ve yaprak sayısı fazla olduğundan biçmeye uygundur. Çayır otu, kuru ot ve silaj olarak değerlendirilebilir.

**4) *Sorghum saccharatum* (Tatlı Sorgum)** : Bu gruba giren çeşitlerde sap bol şıralı olup, şıranın şeker oranı yüksektir.

Saplarından sıkılan şıra pekmez, şeker ve etanol elde edilmesinde kullanılır. Tatlı sorgumun boyu 1.5-6.0 m arasında olup, vejetatif kitle verimleri daha fazladır. Gri, beyaz, kahve, kırmızı veya siyah taneli olan çeşitleri vardır. Beyaz tanelilerin şıra verimi koyu renklilerden daha fazladır.

Tatlı sorgum diğer kültür bitkilerine oranla daha az gübre ve su tüketerek önemli miktarda biyokütle üretebilir. Aynı zamanda yüksek oranda tuza dayanıklı olup tuzlu alanların ıslahında da kullanılabilecek bir bitkidir (Öktem & ark., 2018a).

Olumsuz biyotik ve abiyotik koşullara da toleranslıdır. Diğer bitkilere göre hastalık ve zararlılara karşı daha dirençlidir (Guiying & ark., 2003). Sorgum bitkisi diğer kültür bitkileriyle ekim nöbeti sistemlerinde yer alabilir.

Tatlı sorgum bitkisinin toplam ağırlığının % 70-75'i sap, % 10-15'i yaprak, % 10'u kök ve % 7'si tane kısmından oluşmaktadır (Grassi, 2001). Bu oranlar çeşide, kültürel yöntemlere ve özellikle bitki sıklığına bağlı olarak değişmektedir (Öktem & ark., 2021a).



*Şekil 1. Tatlı Sorgum Bitkisi*

## Sorgumun Kök Yapısı

Tatlı sorgumun kök sistemi saçak kök (*radix fibriosa*)'tür. Tatlı sorgum çok kuvvetli bir kök sistemine sahiptir (ekil 2). Etkili kök yapısı bitkinin kuraklığa dayanaklığını ve su ihtiyacının düşük olmasını sağlamaktadır (Köppen & ark., 2009).

Etkili ve derin kök sistemi ile yaprakları üzerindeki mum tabakası sayesinde su ve yüksek sıcaklık stresini tolere ederek en kurak dönemlerde bile birçok üründen daha iyi performans gösterebilir (Gnansounou & ark., 2005).

Kökün epidermisi silikat kaplı bir katmandan oluşur (Soukup & ark., 2020). Kök, tam bir silikon sütün formunda olgunlaarak gelişir ki, bu form kurak bir dönem boyunca kök sisteminin çökmesini engelleyen yeterli mekanik yoğunluğu sağlar (Guiying & ark., 2003).

Tatlı sorgum bitkisi uzun boylu olduğu için çeşitli biyotik ya da abiyotik etmenler nedeniyle devrilme riski taşıdığından, bitki toprak üzerindeki ilk birkaç boğumdan destek kökler çıkartarak toprağa tutunur. Bu destek kökler toprağın içerisinde saçaklanarak bitkiye hem su ve besin maddesi sağlama hem de destek olma işlevini yerine getirmektedir (ekil 2).



*Şekil 2. Tatlı Sorgum Bitkisinin Kök Yapısı*

Tablo 1’den görüldüğü gibi sorgum bitkisi birçok buğdaygil bitkisinden suyu daha ekonomik kullanmakta ve daha az su harçayarak daha fazla kuru madde üretebilmektedir.

*Tablo 1. Başlıca tahıl cinslerinin tükettikleri her litre suya karşılık meydana getirdikleri kuru madde miktarı (g) (Kün, 1985).*

Tahıl cinsleri	Tükettikleri her litre suya karşılık meydana getirdikleri kuru madde miktarı (g)
Buğday	1.94
Arpa	2.30
Çavdar	1.46
Yulaf	1.70
Mısır	2.72
Kumdarı	3.20
Sorgum	3.11

### **Tatlı Sorgumun Sap (Gövde) Yapısı**

Tatlı sorgum, tek saplı ve yüksekliği 1-6 m’ye kadar ulaşabilen bir bitkidir. Biyokütle için yetiştirilenler genellikle tanesi için yetiştirilen sorgumlardan daha uzundur (Guiying & ark, 2003). Sap, yaklaşık 10-20 adet boğumdan oluşur. Genelde boğum arası



uzunluk, aşağıdan yukarı çıkıldıkça artar. Toprak yüzeyinde boğumlar arası uzunluk daha kısadır, fakat en st boğum arası (sapın en ucundaki yaprağın altında kalan boğumlar arası) uzundur. Toprak yüzeyine yakın olan kısım en üstteki kısımdan daha kalındır. Her iki kısımda da kalınlık tekdüze değildir (Guiying & ark, 2003).

Tatlı sorgum bitkisinin toplam kütlesinin, 75.72% ile 86.75%'i saptan, 8.83% ile 15.98%'i yapraktan, 4.40% ile 10.31%'i salkımdan, %7'si taneden ve %10'u kökten oluşur (ktem & ktem, 2022). Tatlı sorgum bitkisinin şeker içeriği yüksektir. En fazla şeker sapta (%78.7) bulunmakta olup, bunu sırasıyla, salkım (%2.99) ve yapraklar (%2.54) takip etmektedir (Grassi, 2001). Saplarında bulunan şıra fruktoz, glikoz ve sakkaroz gibi 14'ten fazla şeker türünü içermektedir. Saptaki zsuyunun brix değeri (suda eriyebilir toplam kuru madde miktarı) bitkinin ekildiği alana, çeşide ve hasat dönemine bağlı olarak değişmekle birlikte (ktem & ktem, 2018a), saptaki özsuyun brix değeri 13.36 % ve 20.40 % arasında bulunmaktadır (ktem & ark., 2021b).

Tatlı sorgum bitkisinin kısa boylu olanları tane üretimi, uzun boylu olanlar ise biyokütle üretimi için tercih edilir. Bitki boyu erkenci çeşitlerde 252.25 ile 340.75 cm arasında (ktem & ark., 2018b), geci çeşitlerde ise 250.8 cm ile 476.3 cm (ktem & ark. 2021a) arasında değişmektedir. Tatlı sorgumda sap verimi 5763.3 ile 14433.2 kg da<sup>-1</sup> arasında bildirilmektedir (ktem & ark., 2021b).

Tatlı sorgum bitkisi saplarındaki tatlı zsu için yetiştirildiğinde uzun boylu olanlardan daha fazla şıra elde edilir. Saplarından sıkılarak elde edilen özsuyundan fermantasyon yoluyla sağlanan etanol, biyoyakıt enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Gomez & ark. (2011) tatlı sorgum bitkisinden 924 ile 1051 L ha<sup>-1</sup> arasında etil alkol elde ettiklerini, ktem & ark. (2018b) 214.3 ile 464.5 L da<sup>-1</sup> arasında etanol elde ettiklerini belirtmişlerdir.



*Şekil 3. Tatlı Sorgum Bitkisinin Sapları ve salkımı*

### **Tatlı Sorgumun Yaprak Yapısı**

Yapraklar paralel damarlı olup, yaprak kını (*vajina*), yaprak ayası (*lamina*) ve yakacıktan (*ligula*) oluşur (Şekil 4). Yakacıkları çok az gelişmiş olup kenarları kıllıdır. Darılarda kulakçık (*auricula*) yoktur. Yaprakların sap üzerinde dizilişleri alternatiftir. Yaprak kını çok uzundur ve çıktığı boğum ile bir üstte yer alan boğum arasını sarmalamıştır. Sapın dik durmasına katkı sağlar.

Yaprak ayası, enli, uzun ve tüsüzdür. Kenarları keskin ve kıvrılmış durumdadır. Yüzeyi ise pürüzsüz olup, bitkinin buharlaşmasını azaltan mumsu bir tabaka ile kaplıdır. Kurak koşullarda yaprak ayası rulo şeklini alarak yaprak alanı düşmekte ve transpirasyon alanı azaldığından bitkinin terleme ile su kaybı daha az olmaktadır (Guiying & ark, 2003). Yaprakların kurak mevsimlerde kolayca kıvrılmasını sağlayan durum, hareket hücrelerinin pek çoğunun yaprağın üst yüzünde orta damara yakın bir yerde toplanmış olmasındandır,

Su stresi yaşanan olumsuz koşullarda; derin kök sistemi, yapraklar üzerindeki mumsu tabaka ve yaprakların rulo haline gelerek transpirasyon alanının azalması sayesinde tatlı sorgum bitkisinin kuraklık stresine dayanımı maksimum seviyeye çıkmaktadır. Tatlı sorgumda tüm bitki vejetatif aksam içerisindeki yaprak oranı 8.83% ile 15.98% arasında değişmektedir (ktem & ktem, 2022).



şekil 4. Tatlı Sorgum Bitkisinin Yapağı

### Tatlı Sorgumun iek Yapısı

Tatlı sorgum bitkisinin çiçeklenme yapısı karışık salkım topluluğu (*panicula*) şeklinindedir (şekil 5). Karışık salkım, salkım eksenini (*rachis*) ile eksenden çıkan yan dallar (*rachilla*) ve bu yan dallardan çıkan sapcık (*pedicellum*) ve sapcıklar ucunda bulunan başakcıklardan (*spicula*) meydana gelmiştir. Tatlı sorgum karışık salkımlarının boyları 10-70 cm arasında değişlik gösterir. Bazı varyetelerde salkım compact bir yapıya sahip olurken, bazılarında seyrek bir yapı gözlenebilir. Genellikle tanelik çeşitlerde salkım daha iri ve toplu iken, diğerlerinde daha küçük ve yayvan yapıdadır.

Tatlı sorgum bitkisinde salkım oranı 4.40% ile 10.31% arasında değişmektedir (Öktem & Öktem, 2022).

Tatlı sorgumda başakçıklar salkım dallarına çiftlerli olarak bağlanmış olup, sadece yan dalcıkların uçlarında üçerlidir. Çift olarak bağlanmış başakçıklardan biri saplı diğeri sapsızdır. Dalcıkların uçlarında bulunan 3 başakçıktan biri sapsız, ikisi saplıdır. Saplı başakçıklar yalnız erkek organlara sahip olup, çoğunlukla sterildirler ve ermeden önce veya erme zamanı dökülürler. Tatlı sorgumda çiçeklenme 57.5 gün ile 72.5 gün arasında değişmektedir (Öktem & ark., 2018b).

Sapsız başakçıklar, en dışta bulunan iki başakçık kavuzundan (*gluma inferior* ve *gluma superior*) ve bunların arasında bulunan 2 adet çiçekten meydana gelmiştir. Başakçık kavuzları yaklaşık olarak birbirine eşit büyüklükte olup, olgunlaştıktan sonra kabuğumsu bir dokuya sahip olur. Başakçık içinde bulunan iki çiçekten biri gelişir, diğeri dumura uğramıştır. Başakçık kavuzlarının altında yer alan çiçek kavuzları (*palea inferior* ve *palea superior*) ince ve renksiz zar şeklindedir. Çiçek kavuzları arasında çift tepecikli bir yumurtalık (Ovaryum), 3 adet erkek organ (*andrekeum*) ve bir çift pulcuk bulunur.

Tatlı sorgum kendine döllen bir bitki olup, yabancı döllenme oranı farklı varyetelerde ve farklı iklim koşullarında %2 ile %35 arasında değişiklik gösterebilir.

Tatlı sorgum bitkisinde salkım oluşma süresi ekimden sonra 54.25 gün ile 69.00 gün arasında gerçekleşmektedir (Öktem & Öktem, 2022). Sorgum bitkisinde olgunluk sınıfları erken/orta, geç ve çok geç olarak tanımlanmış olup, genel olarak erkenci/orta genotipler 85-105 gün, geççi genotipler 120-150 gün, çok geççi genotipler ise 130-160 gün arasında olgunlaşırlar (Burks, 2012).



Şekil 5. Tatlı Sorgum Bitkisinin Karışık Salkım Görünümü

### Tatlı Sorgumun Tohum Yapısı

Tatlı sorgum bitkisinde tane meyve kabuğu, tohum kabuğu, endosperm ve embriyo kısımlarından oluşan karyopsis yapısındadır. Tane harmanlandığı zaman genellikle çiçek kavuzlarından (*palea*) ayrılır. Tane yuvarlak, yumurta veya oblong şeklindedir. Kabuk ve tohum renkleri beyaz, gri, kırmızı, siyah, kahverengi, sarı veya bej gibi çok farklı renklerde olabilmektedir (Guiying & ark, 2003). Tanenin %84'ünü endosperm, %10'unu embriyo ve %6' sını kabuk oluşturur. Bin tane ağırlığı 15.41 g ile 45.13 g arasında değişmektedir (Öktem & ark., 2021a).

100 gram tohum 342 kalori, 12.0 g su (H<sub>2</sub>O), 10.0 g protein, 3.7 g yağ, 72.7 g toplam karbonhidrat, 2.2 g lif, 1.5 g kül, 22 mg kalsiyum (Ca), 242 mg fosfor (P), 3.8 mg demir (Fe), 8 mg sodyum (Na), 44 mg potasyum (K) içermektedir. İçerdiği protein glutensiz olduğundan çölyak hastalarında kullanılabilir (Grassi, 2001).

Tane hasadı için tohumların tamamen olgunlaşması ve tane nem oranının %15'in altına düşmesi beklenir. Silaj amacıyla hasat



için tane'nin süt-sarı olum döneminde olması istenir. Saplarındaki özsuyundan fermentasyon yoluyla etanol elde etmek için ise en uygun hasat zamanı sarı olum dönemidir ( Öktem & Öktem, 2022).



*Şekil 6. Tatlı Sorgum Bitkisinin Çeşitli Renk ve Şekillerdeki Salkım ve Tohumları*

### **Tatlı Sorgum Bitkisinin Kullanım Alanları**

Tatlı sorgum bitkisi taşıma yakıtı (biyoetanol, hidrojen ve metanol kaynağı olarak), enerji (elektrik ve ısı), hayvan besini, kâğıt için hamur, mangal kömürü, aktif kömür, bitki besin proteini (DDG) ve şurup gibi amaçlar için kullanılabilir (Chiaramonti & Agterberg, 2002).

Tatlı sorgum bitkisinden elde edilen ürünler ve bu ürünlerin kullanım şekilleri Tablo 2’de verilmiştir.

*Tablo 2 Tatlı Sorgumdan Elde Edilen Ürünler ve Kullanım Şekilleri (Köppen & ark, 2009)*

<b>Bitki Kısımları</b>	<b>Kullanım Şekilleri</b>
<b>Taneler</b>	Gıda, un, beslenme ve birinci nesil biyoetanol
<b>Özsü</b>	Şeker, pekmez ve birinci nesil biyoetanol
<b>Küspesi</b>	Hayvan beslenme, pulp, biyoenerji, ikinci nesil biyoetanol, kompost ve gübre
<b>Yapraklar</b>	Hayvan beslenme, gübre, biyoenerji ve ikinci nesil biyoetanol

### **Tatlı Sorgumun Hayvan Yemi Olarak Kullanılması**

Tatlı sorgum bitkisinin gövdesinde tatlı özsu bulunması nedeniyle hayvanlar tarafından büyük bir iştahla ve sevilerek yenilir. Özsü içeriğindeki şekerin büyük bölümü glikoz ve fruktoz tipi şeker olduğundan enerji değeri yüksektir. Bu özelliği sebebiyle rasyonlarda tercih edilirler.

Biyokütlesi yeşil olarak biçilip taze ot olarak hayvanlara yedirilebileceği gibi, biçilip kurutulduktan sonra küçük parçalar halinde kıyılarak kuru ot olarak da hayvan beslenmesinde kullanılabilir.

Tatlı sorgum genotiplerinin biyokütle verimi 7714.3 ile 16380.9 kg da<sup>-1</sup>, kuru madde verimi 2521.95 ile 5599.35 kg da<sup>-1</sup>, ham kül oranı %6.54 ile %10.1 arasında değişmektedir. NDF (Neutral Detergent Fiber) değerleri %55.35 ile %43.68, ADF (Acid Detergent Fiber) değerleri %27.09 ile %34.76, ADL (Acid Detergent Lignin) değerleri %5.51 ile %7.59, hemiselüloz değerleri %15.59 ile %20.59, selüloz oranı ise %21.31 ile %27.17 arasında belirtilmektedir (Öktem & ark., 2021a).

Hayvan besleme için uzun süreli yem kaynağı sağlamak amacıyla silaj yapmaya uygundur. Saplarında bulunan yüksek şeker içeriği sebebiyle silaj yapımında kullanılan melas, arpa kırması gibi katkılara gerek duyulmaz. Silajın olgunlaşması hızlıdır ve silaj uzun

süre bozulmadan dayanabilir. Tatlı Sorgum bitkisinin silaj yapımı için en uygun hasat dönemi tanelerin sarı olum döneminde olduğu zamandır (Öktem & ark., 2021a).

Ayrıca iyi bir enerji, yağ ve protein kaynağı olan tatlı sorgum tanesi kümes hayvanları, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar için önemli bir yem bileşeni olarak kullanılabilir.

Küspesinin bileşimi ve karakteristikleri; %15-25 selüloz ( $C_6H_{10}O_5$ ), %35-50 hemiselüloz ( $C_5H_{10}O_5$ ), %20-30 lignindir. Net ısıl değer 17.259 MJ/kg (külsüz), özgül kütle  $150 \text{ kg/m}^3$  (%20 nemde)'dür (Grassi, 2001).

### **Tatlı Sorgumdan Kristal Şeker Elde Edilmesi**

Tatlı sorgumun şekerli şirasından kristal şeker elde edilebilir. Tatlı sorgumda bulunan şekerin %85 sukroz, %9 glikoz ve %6 fruktozdan oluşur ve sadece sukroz kolayca beyaz şekerle dönüştürülebilir (Woods, 2000).

Tatlı sorgum şirasında şeker ek olarak, meyve suyu ve başka bileşikler bulunduğu için önce saflaştırılması gerekmektedir. Meyve suyunu arıtmada ilk aşama ham şıra içindeki diğer bileşikler yakalamak için karbonasyon yapılmasıdır.

Ham şıraya kireç eklenir ve ardından kirecin çökeltilmesi sağlanır. Çökeltilebilir katı maddeler (esas olarak kalsiyum karbonat ve şekersiz maddeler) membran preslerinde filtrelenir.

Kalan berrak kısım ikinci karbonasyon işlemine tabi tutulur ve son filtrasyondan sonra elde edilen saflaştırılmış şıranın buharlaştırıcıda su içeriği düşürülür. Ekstraksiyon ve saflaştırma esnasında şıra buharlaştırıcıya %15'lik bir ortalama şeker içeriği ile girer ve buharlaştırıcıdan yaklaşık %70 şeker içeriği ile çıkar.

Şeker kristalleri (sakkoroz) sıcak su ile yıkanır ve yeşil su santrifüjde ayrılır. Islak şeker bir tamburlu kurutucuda kurutulur, süzülür ve vakum, sıcaklık ve basınç altında kristal şekildeki beyaz şeker elde edilir.



## **Tatlı Sorgumun Pekmez Olarak Kullanımı**

Tatlı sorgum bitkisi özsuyunun şeker oranının yüksek olması nedeniyle pekmez yapımına uygun bir bitkidir. Toplam şeker içerisindeki invert şeker oranının yüksek olması ve mineral madde açısından birçok diğer ürün pekmezlerine göre daha zengin olması nedeniyle dikkat çekmektedir.

Tatlı sorgumdan pekmez üretimi Türkiye’de pek yaygın olmamasına karşın, dünyada özellikle Afrika ve tropik ülkelerde yaygındır. Bu bitkinin öneminin Türkiye’de anlaşılmasına başlamasıyla birlikte pekmez üretiminde yaygın olarak kullanılacağı düşünülmektedir (Akbulut & Özcan, 2007).

## **Tatlı Sorgum Pekmezinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

Tatlı sorgum pekmezinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3’de verilmektedir. Tatlı sorgum pekmezi oldukça yüksek miktarda şeker içermekte ve bu şekerin de yaklaşık olarak %91.4’ü invert şekerden (glikoz ve fruktoz) oluşmaktadır (Akbulut, & Özcan, 2007).

İnvert şekerin daha kolay hazmedilebilmesi ve kana kolay geçmesinden dolayı (Kavas, 1990) iyi bir enerji kaynağıdır. Bununla birlikte tatlı sorgum pekmezinin dut ve üzüm pekmezlerine (Şengül & ark, 2005), göre daha fazla sakkaroz ve protein ihtiva ettiği belirtilmiştir (Akbulut & Özcan, 2007).

Karbonhidrat ihtiva eden gıdalarda aşırı ısıtma sonucu oluşan hidroksi metil furfural (HMF) bir kalite belirleme işareti (Cemeroğlu, 1982) olup, konsantre edilen ürünlerde Türk gıda kodeksi pekmez tebliği (Anonim, 2007) uyarınca yüksek olması arzu edilmez.

Tatlı sorgum pekmezinin HMF miktarının (16.03 mg/kg) pekmezde en yüksek HMF miktarı olan 75 mg/kg sınırının çok altında olması ürünün kalitesini artırmaktadır (Üstün & Tosun, 1997).

*Tablo 3 Tatlı Sorgum Pekmezinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Akbulut & Özcan, 2007).*

<b>Tatlı Sorgum Pekmezi Özellikleri</b>	<b>Değerler</b>
Toplam kuru madde (%)	78.18±1.65
Suda çözünür kuru madde (Brix)	72.56 ± 0.42
Toplam şeker (%)	71.12± 1.39
İnvert şeker (%)	65.02± 2.41
Sakaroz (%)	5.82± 0.56
Ham selüloz (%)	1.28±0.08
Ham protein (%)	2.14±0.17
Toplam yağ (%)	0.91±0.09
Kül (%)	4.42±0.16
Hidroksi metil furfural (HMF) (mg/l)	16.03±0.94
pH	5.94±0.02
Titrasyon asitliği (sitrik asit) (%)	0.62±0.02
Renk parlaklık (L)	18.12±0.15
Özgül ağırlık (kg/m <sup>3</sup> )	1.3916×10 <sup>3</sup> ±2.2
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	14.63±0.22

Pekmez kalite ölçütlerinden renk olarak kırmızılığı ifade eden a değerinin yüksek olması şekerlerin aşırı karamelize olduğunu göstermektedir ve istenmez. Sorgum pekmezinin a değerinin düşük olması pekmez kalitesini artırmaktadır (Alpaslan & Hayta, 2002.)

Diğer bir kalite kriteri olan L değeri parlaklığı ifade eder ve L değerinin yüksek olması istenir (Aksu & Nas, 1996). Sorgum pekmezinin L değerinin yüksek olması bu kalite kriteri bakımından iyi olduğunu göstermektedir.

Tatlı sorgum pekmezi elektrik iletkenliğinin (14.63 mS cm<sup>-1</sup>) (Terrab & ark., 2004) ballardan (0.395 mS cm<sup>-1</sup>) yüksek olduğu belirtilmektedir (Akbulut & Özcan, 2007). Pekmezlerin elektriksel iletkenliğinin (EC) yüksek olması mineral tuz, organik asit ve protein konsantrasyonunun yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Tatlı sorgum pekmezine ait mineral madde dağılımı Tablo 4'de gösterilmektedir.

Tablo 4’de görüldüğü gibi tatlı sorgum pekmezinin mineral madde bakımından yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle esansiyel bir element olan ve manik depresif bozuklukların tedavisinde etkili bir şekilde kullanılan Lityum bakımından zengin olduğu dikkat çekmektedir (Nielsen, 1993).

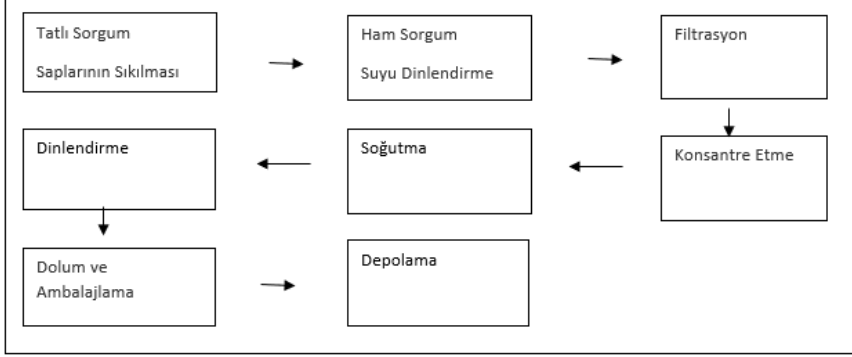
*Tablo 4 Tatlı Sorgum Pekmezinin Mineral Madde Dağılımı  
(Akbulut & Özcan, 2007).*

Mineral	ppm	Mineral	ppm
Al	4.2±0.7	Li	0.60±0.08
B	97.0±6.6	Mg	402.5±79.5
Ba	1.2	Mn	6.7±0.3
Ca	682.9±124.3	Na	69.5±7.7
Co	0.35±0.04	Ni	0.15±0.08
Cr	0.11±0.01	P	30.9±1.8
Cu	0.82±0.15	S	140.3±34.5
Fe	19.1±2.5	Sr	2.02±0.37
K	13933±716	Zn	70.6±18.5

### **Tatlı Sorgum Pekmezinin Üretim Aşamaları**

Tatlı sorgum bitkisinin tohumları sarı olum döneminde iken bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmektedir. Hasattan sonra bitkinin yaprakları ve salkımı gövdeden uzaklaştırılır. Saplar özel tasarlanmış press yardımıyla birbiri tersine dönen dişli iki silindir arasından geçirilmek suretiyle sıkılarak yeşil renkte olan tatlı sorgum öz suyu elde edilir (Öktem & ark., 2018a). Ancak öz suyun rengi ilerleyen aşamalarda değişerek kahve rengine doğru evrilmektedir.

Ham tatlı sorgum özsuyu filtre edildikten sonra açık kazanda kaynatılır. Kaynatma sırasında üstte toplanan köpük uzaklaştırılır. Suda çözünür kuru maddesi miktarı %65–75 olana kadar kaynatılarak konsantre hale getirilir. Konsantre haline gelen sırada HMF oluşumunun artmaması ve rengin değişmemesi için hızlıca soğutularak (Şengül & ark., 2007) dinlendirmeye bırakılır. Daha sonra pekmez haline gelen ürün lezzetini bozmayacak uygun kaplara (cam) doldurulur, ambalajlanır ve oda sıcaklığında depolanır.



*Tablo 5 Tatlı Sorgum Pekmezinin Üretim Akış Şeması (Şengül & ark; 2007).*

## **Tatlı Sorgum Tanelerinden Un Yapılması**

Sorgum tanelerinin öğütülmesi suretiyle elde edilen sorgum unu dünyada özellikle Afrika ülkelerinde 5000 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır. Unu glutensiz olup, renk ve doku bakımından tatminkârdır ve hafif tatlı bir yapıya sahiptir. Ununda protein miktarı yüksektir. Unu çorbalar, yerel yemekler ve mezeler için kullanılabilir. Taneleri pirinç gibi işlenerek kullanılabilir. Aynı şekilde atıştırmalık olarak “pop sorghum” haline getirilebilir (Anonim, 2018ab).

## **Tatlı Sorgum Ununun Faydaları**

Sorgum en iyi lifli yiyeceklerden birisidir. Bir sorgum porsiyonu günlük diyet lif alımının %48'ini karşılar. Sindirim sistemimizde krampları, şişkinliği, kabızlığı, karın ağrısını, aşırı gazı ve ishali önler. Vücuda alınan fazla miktarda lif, kalp sağlığını geliştirmeye ve vücudunuzu ateroskleroz, kalp krizi ve felç gibi durumlardan korumaya yardımcı olan tehlikeli kolesterolü (LDL) düşürmeye yardımcı olur.

Sorgum tanelerinin kepek tabakası, diğer birçok gıda türünde bulunmayan önemli antioksidanlar ve antosiyaninler içerir. Antioksidanlar vücuttaki serbest radikalleri nötralize eden ve

ortadan kaldıran faydalı bileşiklerdir. Bu antioksidanlar düzenli olarak tüketildiğinde çeşitli kanser türlerinin gelişme şansını azaltmaktadır (Awika & ark., 2005).

Karbonhidratlar basit şekerler haline gelerek diyabete yol açar. Sorgum kepeği vücuttaki nişastanın emilimini engelleyen enzimleri sayesinde vücuttaki insülin ve glukoz seviyelerini düzenlemeye yardımcı olabilir (Chung & ark., 2011).

Çölyak hastalığı öncelikle buğday bazlı ürünlerinde bulunan glutene karşı şiddetli bir alerjidir. Günümüzde binlerce gıda maddesinde bulunan gluten nedeniyle çölyak hastalığından muzdarip kişilerin hayatı zorlaşmaktadır. Sorgum tanesinde gluten bulunmaması çölyak rahatsızlığından muzdarip kişilere umut olmuştur. Glutenin neden olduğu ağrılı iltihap, bulantı ve gastrointestinal hasar olmadan sorgumun güvenli bir şekilde tüketilebileceği belirtilmektedir (Ciacci & ark., 2007).

Magnezyum, sorgumda yüksek miktarlarda bulunur. Magnezyum vücutta kalsiyum emilimini de artırdığı için, vücutta kalsiyum seviyesinin yükselmesi kemik dokusunun gelişimini, hasarlı veya yaşlanan kemiklerin iyileşmesini hızlandırarak osteoporoz ve artrit gibi durumları önleyebilir.

Sorgumunu bakır, demir, çinko, magnezyum ve kalsiyum gibi mineraller bakımından zengindir (Pinto & ark., 2004). Bakırın varlığı, demirin vücuda emilimini artırmaya yardımcı olarak anemi geliştirme olasılığının azalmasını sağlar. Vücudumuzda yeterli demir ve bakır olduğunda kan hücresi gelişimi artarak kan dolaşımını, hücresel büyümeyi ve onarımı hızlandırır, saç büyümesini ve vücuttaki enerji seviyesini artırır.

Sorghum niasin içerir (Carter & Carpenter, 1981). B3 vitamini olarak da bilinen Niasin besinleri metabolize ederek vücudun kullanabileceği enerjiye dönüştürülmesinde anahtar bir bileşendir.

## Tatlı Sorgumdan Kağıt Yapılması

Tatlı sorgum kağıt yapımında etkili bir lif kaynağı olarak kullanılabilir. Ticari kağıt üretimi için kullanılan ağaçlar yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklı zaman dilimlerinde 5 ila 10 yıl sonra ekonomik olgunluğa erişirken, sorgum bitkisi 4-5 ay içerisinde olgunlaşarak kağıt üretimi için gerekli hammaddeyi sağlamakta ve süreyi ciddi anlamda kısaltmaktadır. Bu durum kağıt üreticilerinin dikkatini çekmiş durumdadır.

Tatlı sorgumun biyokütle verimi 7714.3 ile 16380.9 kg da arasında değişmektedir (Öktem ve ark., 2021a). Ayrıca Sapı yüksek düzeyde şeker içeren tatlı sorgum bitkisinde bioetanol için özsuyu alınmış saplar atılmak veya yakılmak yerine bu fiber malzeme kağıda dönüştürülerek ikinci bir ticari ürün haline getirilebilmektedir (Vasquez & ark., 2016)..

Kağıt üretimi için tarımsal atık kullanmanın avantajları hammadde bolluğu, düşük maliyet ve kısa üretim süresi olarak sıralanabilir. Sorgum ahşaba benzer şekilde alkali ile işlenebilmektedir. Ayrıca ahşaba kıyasla tarımsal kalıntılar daha az lignin içerdiği için %30 daha az kimyasal gerektirir ve hamurlaştırma işlemi sırasında daha az enerji kullanılır (Saeed & ark., 2017).

Tatlı sorgum hamuru, ince kaliteli yazı kağıdı, düşük parlaklıkta baskı kağıdı, kraft kağıdı ile oluklu katı yonga levha üretimi için kullanılabilir (Kumar & Marimuthu, 2012). Sorgum lifi üzerine yapılan bir araştırmada hamur işleme veriminin %45 ve Kappa sayısının 14-18 olduğu belirtilmektedir (Patil & ark., 2011). Saplarında 2.31 mm ve yapraklarından 1.38 mm elyaf uzunluğu bulunmaktadır (Christman, 2019). Kısa lifler ve yüksek oranda ince parça ile karakterize olan sorgum sapı hamur üretimi odunsu hamurun üretiminden daha az kimyasal maddeye ihtiyaç duyduğundan kaliteli kağıt üretimi için oldukça uygundur.

## Tatlı Sorgumdan Kompost Gübre Yapımı

Kompost, sıcak, nemli ve aerobik bir ortamda mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılan, besin maddelerini bitkilerin kullanımı için hazır formlara dönüştüren, çürümüş organik malzemenin bir karışımıdır.

Tatlı sorgum bitkisinin biyokütlesinden ya da özsuyu biyoetanol için sıkıldıktan sonra geride kalan sap, yaprak, salkım gibi diğer organları kullanılarak organik gübre (kompost) yapılabilir. Tatlı sorgum kalıntılarından biyo-organik gübre üretiminde; sap sıyırma işleminden sonra yapraklar, tatlı sorgum küspesi (posa) ve salkım gibi diğer kalıntılar toplanır. Makine parçalayıcı kullanılarak materyal küçük parçalara ayrılır. Kıyılmış posaların hızlı kompostlanması için kompost mantar aktivatörü (CFA) ve dekompresör olan *Trichoderma ssp.* ile materyal inoküle edilir (Tengerdy & Szakac, 2003). Kompostu zenginleştirmek için küçük miktarlarda (%15) tavuk gübresi de eklenebilir. Kompostun üzeri kapatılarak organik materyalin ayrışması beklenir. Yaklaşık iki hafta sonra tatlı sorgum kompostu açılır, kurutulur, elenir ve kullanılabilir (Anonim, 2023; Tengerdy & Szakac, 2003; Mohammad & ark., 2013).

## Tatlı Sorgumdan Etanol Üretimi

Etanol fosil yakıtlardan farklı olarak şeker kamışı, mısır, buğday, tatlı sorgum vb. tahıllar gibi şeker veya nişasta içeren hammadde ile lignoselülozik hammaddelerden fermentasyon yoluyla üretilen ve tek başına kullanılabilirdiği gibi petro-benzine karıştırılarak da kullanılabilen alternatif bir biyoyakıttır (Öktem & Öktem, 2018a).

Tatlı sorgumda sap veriminin 5763.3 ile 14433.2 kg da<sup>-1</sup>, özsu veriminin 2341.07 ile 6149.14 L da<sup>-1</sup>, suda çözünür kuru madde oranının (brix) % 13.36 ile % 20.40 arasında ve tane veriminin 82.97 ile 328.18 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Öktem & ark., 2021b).

Etanol basit olarak renksiz, berrak, yanıcı, oksijenlenmiş hidrokarbondur. Petrole kıyasla, daha yüksek oktan sayısına, daha geniş yanma sınırlarına, daha yüksek yanma hızına ve daha yüksek bir buharlaşma sıcaklığına sahiptir. Bu özellikler etanole daha yüksek bir sıkıştırma oranı sağlarken, kısa sürede yanma ve motorda daha az tahribat oluşmasına olanak sağlamaktadır (Balat, 2011).

Etanol, hava kirliliğini azaltmak ya da petrol ürünlerinin tüketimini azaltmak amacıyla, benzinle değişik oranlarda karıştırılarak kullanılabilen bir yakıttır. En yaygın uygulamalar E2, E5, E10 ya da E85 diye bilinen sırasıyla %2, %5, %10 ve %85 etanol içeren etanol-petrobenzin karışımlardır (Yaşar, 2009; Öktem & Öktem, 2018a).

E-2 = (%10 Biyoetanol+ %90 Benzin)

E-5 = (%5 Biyoetanol+ %90 Benzin)

E-10 = (%10 Biyoetanol+ %90 Benzin)

E-85 = (%85 Biyoetanol+ %15 Benzin)

Tatlı sorgumdan türetilen yakıtların, uygun şartlarda yakılması ile havaya atılan duman içerisinde çok az miktarda kükürt bulunmakta ve CO<sub>2</sub> dengesi ise sıfıra yakındır (Dalianis & ark, 1992). Tatlı sorgumun saplarındaki şeker oranı yüksek özsuyu kullanılarak, tanelerindeki nişasta kullanılarak ve saplarından lignoselülozik olarak etanol üretilebilir.

### **Tatlı Sorgumun Öz suyundan Etanol Üretimi**

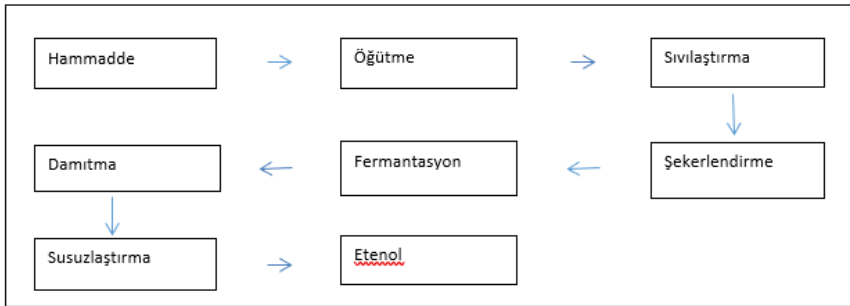
Tatlı sorgum bitkisinden etanol üretimi en fazla şekerli özsuyu kullanılarak yapılır. Tatlı sorgum bitkisi şeker ve alkol üretimi amacıyla ekildiği zaman saptardaki özsuyun maksimum şeker seviyesine ulaştığı dönemde hasat edilir. Bitki olgunlaştıkça saptaki özsuyun şeker oranı artar (Teetor & ark., 2012). Farklı çevre, iklim, yetiştirme koşulları ve kullanılan varyeteye göre bitki şeker içeriğinin zirveye ulaştığı dönem çok farklı olabilir. Saptaki şeker içeriğini ve doğru hasat zamanını belirlemek amacıyla el tipi



refraktometre kullanılabilir (Guiying & ark, 2003). Daha önce yapılan araştırmalarda etanol üretimi amacıyla en uygun hasat zamanının tanelerin sarı olum döneminde olduğu zaman yapılması gerektiği bildirilmektedir (Öktem & ark., 2018b).

Şekerli hammaddelerden etanol üretimi çoğunlukla şekerin ekmek mayası olarak bilinen *Saccharomyces cerevisiae* tarafından fermentasyonu sonucu elde edilir (Buresova & Hrivna, 2011).

Tatlı sorgum özsuyu hasat edildikten sonra *Saccharomyces cerevisiae* tarafından 20-30 °C sıcaklıkta fermentasyona uğrattılır. Çözelti içerisindeki biyoetanol istenilen konsantrasyona gelinceye kadar damıtılır ve dehidrasyon işlemi ile biyoetanol içindeki fazla su uzaklaştırılarak bio-etanol elde edilir (Bulut, 2006). Tatlı sorgum bitkisinden 214.3 ile 464.5 L da<sup>-1</sup> arasında etanol üretildiği belirtilmektedir (Öktem & Öktem, 2018b). Etanol üretim aşamaları Tablo 6'da görölmektedir.



Tablo 6 Etanol Üretim Aşamaları (Bayrakçı, 2009).

## Tatlı Sorgumun Tanelerinden Etanol Üretimi

Tatlı sorgumun tanelerinde nişasta bulunmaktadır. Nişastadan biyoetanol üretilebilmesi için nişastanın şekerle dönüşmesi gerekmektedir. Nişastanın şekerle dönüştürülmesinde ise ısl işlem uygulanarak nişasta jelatinizasyonu sağlanmakta, ardından  $\alpha$  amilaz enzimi yardımıyla sıvılaşma sağlanmakta ve ortama glikoamilaz enzimi eklenerek fermente edilebilir şekerler açığa çıkarılmaktadır. Ardından maya kullanılarak (*Saccharomyces*

*cerevisiae*) fermantasyon işlemi ile şeker etanol ve CO<sub>2</sub>'e dönüştürülür. Distilasyon ile biyoetanol fermantasyon ortamındaki diğer bileşenlerden ayrılır ve son olarak da dehidrasyon uygulaması ile biyoetanolda bulunan su uzaklaştırılır (Bayrakçı, 2009; Öktem & Öktem, 2018a).

### **Tatlı Sorgumdan Lignoselülozik Etanol Üretimi**

Tatlı sorgum sapları sıkıldıktan sonra geriye kalan posa, yaprak gibi Lignoselülozik kaynaklar bünyelerinde selüloz, hemiselüloz ve lignin içerirler (Sluiter ve ark., 2010). Lignoselülozik kaynaklardan biyoetanol elde edilebilmek için ön işlem gerektirmektedir. Ön işlemin amacı lignin ve hemiselülozu uzaklaştırmak, selülozun kristalinitesini azaltmak, hammaddenin gözenekli yapısını artırmak (Sun & Cheng, 2002), selüloz ya da hemiselülozda fermente edilebilir şeker miktarını arttırmaktır.

Ön işlemlerin ardından hidroliz daha sonra *Saccharomyces cerevisiae* mayasının kullanımı ile şekerin etanol ve CO<sub>2</sub>'e dönüşmesi için yapılan fermantasyon, daha sonra etanolün distilasyon yöntemi ile fermantasyon ortamındaki diğer bileşenlerden ayrılması ve son olarak dehidrasyon uygulaması ile etanolde karışık bulunan suyun uzaklaştırılması ve saflaştırılması ile etanol elde edilmektedir (Bayrakçı, 2009).

### **Tatlı Sorgumdan Elde Edilen Diğer Ürünler**

Etanol üretimi için sıkılan posa ve diğer bitki kalıntıları elektrik ve ısı enerjisi üretiminde kullanılarak, işletmelere ekonomik katkı sağlayabilecek kapasitededir. Posa kısmından elde edilen yaklaşık enerjisi 15 900 ile 18 000 kJ/kg (3 795 ile 4 295 kcal/kg)'dır (Özer, 1996).

Tatlı sorgumda etanol üretiminde yan ürün olarak elde edilen CO<sub>2</sub>, tıpta, yangın söndürmede, karbonatlı içeceklerde ve kuru buz imalatında kullanılmaktadır.

Tatlı sorgum kullanılarak üretimi yapılabilen diğler bir ürün de yakıt pili teknolojisinde kullanılan hidrojendir (Eren, 2011).

Dünyanın giderek artan çevre kirliliğı ve enerji ihtiyacı göz önüne alındığında, tatlı sorgum bitkisinin bu problemlere büyük ölçüde çare olabileceğı ve gelecekte yoğun olarak kullanılacak bitkiler arasında olacağı kolaylıkla söylenebilir (Reddy & ark, 2005, Öktem & Öktem, 2018a).

## KAYNAKLAR

Adante, AR., Baylon, AC., Rafer, AG. & Cambaya, RC. (2011). Tatlı sorghum rezervi geri dönüşüm biyolojik organik gübre üretimi. Bicol Entegre Tarımsal Araştırma Merkezi (BIARC), Bicol.

Akbulut, M. & Özcan, M. (2007). Some physical, chemical and rheological properties of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) pekmez (Molasses). *International Journal of Food Properties*, 30(4):1-10.

Aksu, D. & Nas, S. (1996). Dut pekmezi üretim tekniği ve çeşitli fiziksel- kimyasal özellikleri. *Gıda*, 21:83–88.

Alpaslan, M. & Hayta, M. (2002). Rheological and sensory properties of pekmez (Grape Molasses)/tahin (Sesame Paste) blends. *Journal of Food Engineering*, 54(1): 89–93.

Almoderes, A. & Goli, M. (2013). Preliminary study on the effect of plant population density and sweet sorghum cultivars on bioethanol production. *Biofuels*, 4(2):163-167.

Anonim, (2007). Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ No: 2007/27). Resmi Gazete Tarihi: 15.06.2007 Resmi Gazete Sayısı: 26553. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/mevzuat/metinx.asp> Mevzuat Kod:9.5.11377

Anonim, (2018a). <https://www.bursaplant.com/Seker-Sorgumu-Tatli-Sorgum-Otu-Tohumu,PR-226.html> 15.11.2018

Anonim, (2018b). <http://vgntr.com/tanimadigimiz-super-tahillar/> 4.12.2018

Anonim, (2023). [https://microbiosci.creative-biogene.com/trichoderma-fermentation.html?gclid=Cj0KCQiAo7KqBhDhARIsAKhZ4uht3kvihZH\\_luGQ9pfGDK41L8bl36\\_wPM-DM0wd21CTSMB6GoHMfKwaAuJMEALw\\_wcB](https://microbiosci.creative-biogene.com/trichoderma-fermentation.html?gclid=Cj0KCQiAo7KqBhDhARIsAKhZ4uht3kvihZH_luGQ9pfGDK41L8bl36_wPM-DM0wd21CTSMB6GoHMfKwaAuJMEALw_wcB).

Aruna, C. & Visarada, K.B.R.S. (2019). *Sorghum Grain in Food and Brewing Industry* (Chapter 13), In: Breeding Sorghum for Diverse End Uses, Editor(s): C. Aruna, K.B.R.S. Visarada, B. Venkatesh Bhat, Vilas A. Tonapi, pp: 209-228, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.

Avcıoğlu, R., Geren, H. & Kavut, Y.T. (2009), *Yembitkileri, Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri*, Bölüm 23.1, Sorgum, Sudanotu ve Sorgum x Sudanotu Melezi, TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, 3, 680-701s.

Awika, J. M., Rooney ,L. W. & Waniska, R. D. (2005). Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 90(1-2): 293-301.

Bayrakçı, A. G. (2009). Değişik biyokütle kaynaklarından biyoetanolün elde edilmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Bulut, B. (2006). Tarıma dayalı alternatif yakıt kaynaklarından biyoetanol ve türkiye için en uygun biyoetanol hammaddesi seçimi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi. 122 s.

Buresova, I. & Hrivna, L. (2011). Effect of wheat gluten proteins on bioethanol yield from grain. *Applied Energy*, 88: 1205-1210.

Burks, P.S., Felderhoff, T.J., Viator, H.P. & Rooney, W.L. (2013). The influence of hybrid maturity and planting date on sweet sorghum productivity during a harvest season. *Agron. J.* 105, 263.

Carter, E.G.A. & Carpenter, K.J. (1981). Bound niacin in sorghum and its availability. *Nutrition Research*, 1(6): 571-579.

Cemeroğlu, B. (1982). *Meyve suyu üretim teknolojisi*. Teknik Basım Sanayi Matbaası, (297s), Ankara.

Chiaromonti, D. & Agterberg, A. (2002). Large bio-ethanol project from sweet sorghum in China and Italy (ECHIT):

Description on site, process schemes and main products. 12th European Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, Netherlands.

Christman, Z. (2019). Introduction to sorghum paper production. Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. 168. <https://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss/168>.

Chung, I. M., Kim ,E. H., Yeo, M. A., Kim, S. J., Seo, M. C. & Moon, H. I. (2011). Antidiabetic effects of three Korean sorghum phenolic extracts in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Food Res Int.* 44(1):127-132.

Ciaccia, C., Maiuri, L., Caporaso, N., Bucci, C., Giudice ,L.D., Massardo, D. R., Pontieri, P., Di Fonzo ,N., Bean ,S. R.,Loergerf, B. & Londei, M. (2007). Celiac disease:In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products. *Clinical Nutrition*, 26(6): 799-805.

Dalianis, C., Christou, M., Sooter, S., Kyritisis, S., Zafiris, A. & Samiotakis, G. (1992). Seventh European Conference on Biomass for energy and environment. Agriculture and Industry, P.09.09, Florence- Italy, October 5-9.

El Bassam, N. (1998). *Energy plant species, their use and impact on environment and development*. James and James (Science Publishers) Ltd. London, UK. 321 pps.

Emeklier, H.Y. (2014). İç Anadolu Bölgesi'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Enerji Bitkileri Tarımı. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştay, 28-29 Nisan 2014, s:101-108.

Eren, Ö. (2011). Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji ve Çevresel Etki Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi.1-196.

Frese, L. (1994). Yield potential and utilization possibilities of sugar crops. *Field Crop Abstracts*. (47): 3469.

Gomez F.J.D., Hernandez C.C., Carrillo E.P., Rooney W.L. & Saldivar S.S. (2011). Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums. *Industrial Crops And Products*, 404-412.

Gnansounou E, Dauriat A. & Wyman GE. (2005). Refining sweet sorghum to ethanol and sugar, economic trade-offs in the context of North China. *Bioresource Technology* 96(9):985-1002.

Grassi, G. (2001). Sweet Sorghum: one of the Best World Food-Feed-EnergyCrop.[http://web.etaflorence.it/uploads/media/LAMNET\\_Sweet\\_Sorghum.pdf](http://web.etaflorence.it/uploads/media/LAMNET_Sweet_Sorghum.pdf).

Guiying, L., Weibin, G., Hicks, A. & Chapman, K. R. (2003). A training manual for sweet sorghum. development of sweet sorghum for grain, sugar, feed, fiber and value-added by-products in the arid, saline alkaline regions of China. FAO,TCP/CPR/0066. <http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=172&page=2>.

Kavas, A. (1990). Üzüm ve İncirin Beslenmedeki Yeri ve Önemi. Sağlıklı Beslenmede Kuru İncir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi Semineri (s. 53–65). Tebliği No: 4.

Koppen, S., Reinhardt, G. & Gartner, S. (2009). Assessment of Energy and Greenhouse Gas Inventories of Sweet Sorghum for First and second generation bioethanol. Environment and Natural Resources Management Series, 30, FAO, Rome.

Kumar, D.S. & Marimuthu, P. (2012). Sweet Sorghum Stalks-An Alternate Agro Based Raw Material for Paper Making, *IPPTA Journal*, 24(3): 47-50.

Kün, E. (1985). *Sıcak iklim tahılları*. Ankara Üniv. Ziraat fakültesi Yayınları, Ankara.

Mohammad, N., Alam, M. Z., Kabbashi, N. A. & Ahsan, A. (2012). Effective composting of oil palm industrial waste by filamentous fungi: a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 58: 69–78.

Nielsen, F. H. (1993). *Trace elements*. in Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition; Macrae, R., Robinson, R.K., Sadler, M.J., Eds. Vol. 7, Academic Press INC. San Diego CA. s. 4593-4600.

Öktem, A. & Öktem, A.G. (2018a). *Biyoküt kaynağı olarak enerji bitkilerinin kullanımı*. Current Studies in Agricultural Sciences. pp:333-354, Ed. Nurhan Keskin, Ivpe, Cetinje-Montenegro, ISBN 978-9940-540-48-7.

Öktem, A., Öktem, A.G. & Demir, D. (2021a). Geç olum süresine sahip bazı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin biyokütle verimi ve yem kalitesinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), *International Journal of Agriculture and Wildlife Science* (IJAWS), 2021, 7(2): 315-325. e-ISSN: 2149-8245, doi: 10.24180/ijaws.930210.

Öktem, A., Öktem, A.G. & Avcıoğlu, E. (2018b). Determination of yield and biofuel potential of some early sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotypes. IX International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2018", Jahorina, 04-07 October 2018, Bosnia and Herzegovina.

Öktem, A., Demir, D. & Öktem, A.G. (2021b). Geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin tane verimi ve biyoyakıt öğelerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci*, 36(3):488-500. ISSN: 1308-8750 (Print), ISSN: 1308-8769 (Online), doi:10.7161/omuanajas.938693.

Öktem, A. & Öktem, A.G. (2022). Biomass and dry matter yield potential of some early sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var.



*saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotypes. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 7(4): 94-102, 2022, ISSN: 2581-716.

Özer, Z. (1996). Bitkilerdeki Gizli Güç, Biyokütle Enerjisi. *Bilim ve Teknik Dergisi* 1(342): 56-61.

Öztürk, H. (2008). *Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanımı*. Teknik Yayınevi, Ankara, 367s.

Patil, J.V., Chari, A., Rao, S.V., Mathur, R.M., Vimelesh, B. & Lal, P.S. (2011). High Bio-Mass Sorghum (*Sorghum bicolor*): An Alternate Raw Material for Pulp and Paper Making in India, *IPPTA Journal*, 23(2):161-165.

Pinto, A.P., Mota, A.M., Varennes, A. & Pinto, F.C. (2004). Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper and iron by sorghum plants. *Science of the Total Environment*, 326(1-3): 239-247.

Reddy, B.V.S., Ramesh, S., Reddy, P.S., Ramaiah, B., Salimath, P.M. & Kachapur, R. (2005). Sweet sorghum-a potential alternate raw material for bio-ethanol and bioenergy, *International sorghum and millets newsletter*, 46: 79-86.

Sabancı, A., Ören, M.N., Yaşar, B., Öztürk, H.H. & Atal, M. (2010). Türkiye’de biyodizel ve biyoetanol üretiminin tarım sektörü açısından değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisleri Odası 7. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, 2:933-953.

Saeed, H., Yu Liu A. M., Lucian A. L. & Chen, H. (2017). Sorghum & bagasse fibers, *BioResources*12(3): 5212-5222.

Sağlantı, T., Tansı, V. & Baytekin, H. (1989). *Yem bitkileri yetiştirme*. Ç.Ü.Z.F. Ders Kitabı:74, Adana.

Sluiter, J.B., Ruiz, R.O., Scarлата, C.J., Sluiter, A.D. & Templeton, D.W. (2010). Compositional analysis of lignocellulosic feedstocks. 1. Review and description of methods. *J Agric Food Chem*. 58(16):9043-53. doi: 10.1021/jf1008023. Epub 2010 Jul 29.

Soukup, M., Victor, M., Zancajo, R., Kneipp, J. & Elbaum, R. (2020). Formation of root silica aggregates in sorghum is an active process of the endodermis. *Journal of Experimental Botany*, 71(21): 6807–6817, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz387>.

Soya, H., Avcıoğlu, R. & Geren, H. (2004). *Yem Bitkileri*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. PK: 212 Kadıköy-İstanbul, 223s.

Sun, Y. & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology*, 83: 1-11.

Şengül, M., Ertugay, M.F. & Şengül, M. (2005). Rheological, Physical and Chemical Characteristics of Mulberry Pekmez. *Journal of Food Control*, 16(1): 73–76.

Şengül, M., Ertugay, M.F., Şengül, M., & Yüksel, Y. (2007). Rheological Characteristics of Carob Pekmez. *International Journal of Food Properties*, 10(2): 39–40.

Teetor, V., Oktem, A., Schmalzel, C. L. & Ray, D.T. (2012). Strategies for Increasing the Harvest Window of Sweet Sorghum in Arizona. American Society for Horticultural Science “Dedicated to Advancing horticultural research, education and application for over 100 years”, Bioenergy section, July 31-August 3 2012, Miami, Florida, USA.

Tengerdy, R. P. & Szakacs, G. (2003). Bioconversion of lignocellulose in solid substrate fermentation, *Biochemical Engineering Journal*, 13(2-3): 169–179.

Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D., & Heredia, F.J. (2004). Characterisation of Spanish Thymehoneys by their Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. *Food Chemistry*, 88(4): 537–542.

Thomas-Pejo, E., Oliva, J.M. & Ballesteros, M. (2008). Realistic approach full-scale Bioethanol Production from Lignocellulose: A Review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67: 874884.

Topal, M., & Arslan, E.I. (2008). Biyokütle Enerjisi ve Türkiye. VII. Ulusal Thomas-Pejo, E., Oliva, J.M., Ballesteros, M., 2008. Realistic approach full-scale bioethanol production from lignocellulose: A review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67: 874884. Temiz Enerji Sempozyumu, 242-248s.

Üstün, S. & Tosun, D. (1997). Pekmezlerin bileşimi. *Gıda*, 22: 417-423.

Vasquez, J.Z., Patalud, C.R.S., Tarnate, M.P.O., Ramirez,S.G., Escobar,E.C. & Vaso., C.C. (2016). Effect of alkali treatment on the mechanical, physical, and thermal properties of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] fibers. *Philippine e-Journal for Applied Research and Development* 6(2016), 1-9.

Woods, J. (2000). Integrating sweet sorghum and sugarcane for bio energy: modelling the potential for electricity and ethanol production in SE Zimbabwe, PhD. Thesis, king's college, London.

Yaşar, B. (2009). Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel üretim ve kullanım olanaklarının Türkiye tarımı ve AB uyum süreci açısından değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

## BÖLÜM III

### Farklı Dikim Sıklıklarının İzmir Kekiğinin (*Origanum onites* L.) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi

**Emine ÇOLPAN<sup>1</sup>**  
**Mustafa CAN<sup>2</sup>**  
**Duran KATAR<sup>3</sup>**

#### Giriş ve Amaç

Tokat ilinde İzmir kekiği gibi çok yıllık tıbbi ve aromatik bitkilerden olan limonotunun (*Lippia citriodora*) birim alanda bulunan bitki sıklığına göre verim ve kalitesinin özelliklerini araştırdıkları çalışmada bitki boyu 40x20 cm (162,6 cm) en yüksek olduğu; kuru yaprak veriminin 60x20 cm en yüksek (255,1 kg/da), 40x40 cm ise en düşük olduğu (83,8 kg/da) olduğu belirtilmiştir (Özyılmaz vd, 2020). Bir mahsulün optimum bitki yoğunluğu,

---

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

<sup>2</sup> Doktor, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü

<sup>3</sup> Profesör Doktor, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

yetiştirme alanının iklim koşullarına ve toprağın verimlilik durumuna bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Bitki mesafesi, daha yüksek üretim için önemli bir faktördür ve bitkilere hayatta kalmaları ve diğer girdileri en iyi şekilde kullanmaları için optimum fırsat verir. Tek bir bitkinin tam verim potansiyeli, daha geniş aralıklarla ekildiğinde elde edilirken, birim alan başına verim, tek tek bitkiler şiddetli rekabete maruz kaldığında maksimum olmaktadır. *Origanum onites* L. türünün kullanım alanları, yetiştiriliş biçimlerinin belirlenmesi ve uygun dikim sıklıklarının belirlenmesi bakımından önem arz etmektedir.

Deneme 2021-2022 yıllarında Eskişehir ekolojik şartlarında 3 farklı sıra arası (20, 40 ve 60 cm) ve sıra üzeri (10, 20 ve 30cm) mesafesinin İzmir Kekiği (*Origanum onites*) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma Eskişehir Orman Fidanlığı arazisinde yürütölmüştür. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 2 faktörlü ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve bitkinin boyu, taze herbanın verimi, kuru herbanın herba verimi, kuru yaprağın verimi, uçucu yağın oranı, uçucu yağın verimi parametreleri incelenmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Araştırma yeri ve özellikleri**

Araştırma 2021-2022 yıllarında, Eskişehir Orman Fidanlığı araştırma ve deneme arazisinde kurulmuştur. Denemenin kurulduğu alan 39<sup>0</sup> 74' kuzey enlemi ile 30<sup>0</sup> 43' doğu boylamında ve deniz seviyesinden yüksekliği 812 metre olan arazide yer almaktadır.

### **Deneme yerinin iklim özellikleri**

Denemenin kurulduğu Eskişehir iline ait uzun yıllar ve denemenin yürütöldüğu 2022 yılına ait iklim verileri Çizelge 4.1'de sunulmuştur. 2022 yılı vejetasyon döneminde toplam yağış (377.8mm) uzun yıllar toplam yağış ortalamalarından (361.9mm) 15.8 mm yüksektir. 2022 yılı vejetasyon döneminde ortalama

sıcaklık 13.0°C iken uzun yılların sıcaklık ortalaması 13.8 °C olduğu görülmüştür. 2022 yılı vejetasyon döneminde ortalama nispi nem %64.2 iken uzun yıllarda gözlenen nispi nem ortalamasının %65.8 olduğu görülmüştür.

***Çizelge1.Eskişehir’de 2022 yılı ve uzun yıllara ait iklim verileri***

ESKİŞEHİR	Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Ortalama Sıcaklık (°C)	1970-2021	0.3	2.5	6.2	13.8	15.7	19.4
	2022	-0.1	3.2	1.4	13.0	16.3	19.9
Nispi Nem(%)	1970-2021	80.4	76.1	69.5	64.2	62.1	61.1
	2022	79.1	76.2	67.6	51.6	54.5	65.4
Toplam Yağış Miktarı (mm)	1970-2021	40.9	29.8	34.1	33.7	36.9	45.7
	2022	26.4	36.5	25.6	8.1	25.1	78.2

ESKİŞEHİR	Yıllar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	1970-2021	27.5	22.0	18.3	12.6	6.8	2.1
	2022	21.6	23.0	18.8	12.7	10.0	-
Nispi Nem(%)	1970-2021	56.9	57.6	60.1	69.6	75.3	82.4
	2022	55.1	64.7	56.8	70.8	58.0	-
Toplam Yağış Miktarı (mm)	1970-2021	12.1	14.8	18.2	33.9	27.6	40.1
	2022	18.9	33.5	4.8	20.4	9.9	19.2

*Kaynak: Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü.*

## Deneme yerinin toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Eskişehir Orman Fidanlığı deneme alanı kumlu balçık toprak bünyesine sahip olup; %58.25 kum, %19.54 kil, %22.21 toz içermektedir.(Çizelge 4.2). Tuzsuz sınıfa ait deneme alanı, orta düzeyde kireçli olup, organik madde miktarı % 0.87 ise çok düşük seviyede, hafif alkali, toplam azot düşük, yarayışlı fosfor miktarı az ve potasyum miktarı yüksek düzeydedir.

*Çizelge 2. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Bünye (0-40 cm)	Kireç (%)	Toplam Tuz (%)	Toplam Azot(%)	Yarayışlı Fosfor(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (ppm)	Yarayışlı Potasyum(K <sub>2</sub> O) (ppm)	pH	Organik Madde (%)
Kumlu Balçık	8.09	0.11	0.10	4.18	325.00	8.72	0.87

*\*Analizler, Eskişehir Orman Fidanlığı toprak analiz laboratuvarında yapılmıştır.*

## Araştırmada kullanılan bitki materyali

Denemede materyal olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen İzmir Kekikiği çeşidi olan Oğuz materyal olarak kullanılmıştır.

## Denemenin planlanması, ekimi ve yürütülmesi

Deneme için Eskişehir Orman Fidanlığı seralarında tohumlar 13.04.2021 tarihinde 1:1:1 oranında torf, orman toprağı, toprak olacak şekilde hazırlanan kasalara ekilmiş olup 19.05.2021 tarihinde büyüyen fideler viyollere aktarılmıştır. 12.06.2021 tarihinde fideler hava şartlarına uyum sağlaması için sera ortamından çıkartılmıştır. Orman toprağının tercih edilme sebebi organik maddece zengin olmasıdır. 26.06.2021 tarihinde fideler deneme arazisine şaşırtılmıştır. Deneme Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni' ne göre 3 tekerrürlü olarak Eskişehir Orman Fidanlığı deneme arazisinde kurulmuş ve yürütülmüştür. Denemede

3 blok bulunmakta ve ana parsellerinde sıra arası mesafeleri (20, 40, 60cm) ve alt parsellerinde sıra üzeri mesafeleri (10, 20, 30cm) olmak üzere 27 alt parsel bulunmaktadır. Araştırmada bloklar arasında 2.5m mesafe bırakılmıştır. Her bloğun eni 3 m boyu ise boyu 14,4 m olarak kurulmuştur. Bloкта her ana parselin boyutlarına bakıldığında sıra arası mesafeye göre 20 cm için  $2,4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 7,2 \text{ m}^2$ , 40 cm için  $4,8 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 14,4 \text{ m}^2$  ve 60 cm için  $7,2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 21,6 \text{ m}^2$ ; alt parsellerin boyutları sıra arası mesafeye göre 20 cm için  $0,8 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 2,4 \text{ m}^2$ , 40cm için  $1,6 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 4,8 \text{ m}^2$ , 60cm için  $2,4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 7,2 \text{ m}^2$  olacak şekilde kurulmuştur. Her alt parsel 4 sıradan oluşmakta ve sıra üzeri mesafesine göre bitki sayısı 10 cm için 120 adet, 20 cm için 60 adet, 30 cm için 40 adet bulundurmaktadır.

**Tek Bitki Kuru Yaprak Verimi (gr/bitki):** Biçimden sonra her parsel için ayrı ayrı rastgele seçilen 10 bitkinin her biri sera içerisine serilerek kurutulan bitkilerin yaprakları dallarından ayırt edilerek kuru yaprakları tartılmış ve ortalaması alınmıştır.

**Taze Herba Verimi (kg/da):** Her alt parselin ayrı ayrı hasatı yapılmış olup aynı dikim sıklığına ait taze herba tartım sonuçlarının ortalaması alınmış ve söz konusu parselin alanı ile orantılanarak dekadaki verimler hesaplanmıştır.

**Kuru Herba Verimi (kg/da):** Her alt parselin ayrı ayrı hasatı yapılmış olup aynı dikim sıklığına ait kuru herba tartım sonuçlarının ortalaması alınmış ve söz konusu parselin alanı ile orantılanarak dekadaki verimleri hesaplanmıştır.

**Kuru Yaprak Verimi (kg/da):** Her alt parselin ayrı ayrı hasatı yapılmış olup aynı dikim sıklığına ait kuru yaprak tartım sonuçlarının ortalaması alınmış ve söz konusu parselin alanı ile orantılanarak dekadaki verimleri hesaplanmıştır.

**Uçucu Yağ oranı (%):** Tuğlu vd. (2021) araştırmalarında su distilasyonu yönteminde 6 farklı distilasyonun süresi (15, 30, 60, 90, 120 ve 150 dakika) ve 6 farklı fraksiyon dilimi (0-15, 16-30, 31-60, 61-90, 91- 120 ve 121-150 dakika) uygulayarak en fazla uçucu yağın oranlarını 150 dakika süren damıtmada %4.60 olarak tayin edildiği



ve kekik yağında temel bileşen olarak kabul edilen karvakroldeki en fazla oranı 16-120 dakikalar arasında (%93.91-94.60) tespit edildiğini belirtmişleridir. Yapılan araştırmaya dayanarak hasatın sonunda parsellerden 100 g yaprak numune olarak alınmış 1000 ml su ile su distilasyonu metodu ile Neo-Clevenger cihazında 2,5 saat kaynatılarak elde edilen uçucu yağın % (yüzde) olarak hesaplanması ile saptanmıştır.

**Uçucu Yağ Verimi (l/da):** Parsellerden ayrı ayrı tespit edilmiş olan uçucu yağın oranı ile yine parsellerden ayrı ayrı tespit edilmiş olan dekara kuru yaprak verimi çarpılarak hesaplanmıştır.

### **Verilerin değerlendirilmesi**

Çalışmadan elde edilen veriler, SPSS bilgisayar programı kullanılarak istatistikleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar ise önemlilik düzeylerine göre Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Düzgüneş vd. 1987).

### **Bulgular ve Tartışma**

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine sahip mesafelerin İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitikisinde ilk biçimde bitkinin boyu, tek bitkinin taze herba verimi, tek bitkinin kuru herba verimi, tek bitkinin kuru yaprak verimi, dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerine etkisine ait varyans analiz değerleri Çizelge 3'te sunulmuştur. Denemede farklı sıra arasının, sıra üzerinin ve sıra arası x sıra üzeri interaksiyonunun bitki boyu üzerine etkisi istatistiki anlamda tespit edilememiş; farklı sıra arasının ve farklı sıra üzerinin tek bitkinin taze herba verimi, tek bitkinin kuru herba verimi, tek bitkinin kuru yaprak verimi, dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerindeki etkisi istatistiki anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve sıra arası x sıra üzeri mesafe interaksiyonunun etkisinin istatistiki anlamda tek bitkinin taze herba verimi, tek bitkinin kuru herba verimi, tek bitki kuru yaprağın verimi üzerinde önemli olmadığı sonucuna varılmış;

dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi ise istatistiki anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu; dekara kuru yaprak verimi üzerinde istatistiki anlamda %5 düzeyinde önemli olduğu gözlemlenmiştir. Varyasyon katsayısının tarla denemesi olması ve farklı dikim sıklıklarından oluşan verim farklılığı oluşması sebebi ile hesaplanan değerler tabloda verilmektedir.

**Çizelge3.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde incelenen özelliklere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D	F Değerleri						
		BB	TBTHV	TBKHV	TBKYV	DTHV	DKHV	DKYV
SA	2	0,32	78,34**	87,91**	91,51**	36,46**	25,70**	19,55**
		öd						
SÜ	2	0,32	11,46**	13,26**	14,24**	672,06**	674,95**	504,66**
		öd						
SAXSÜ	4	0,01	0,65öd	0,84öd	0,92öd	5,82**	9,17**	4,66*
		öd						
VK (%)		13,89	38,83	41,92	44,09	35,82	35,89	35,65

\*\* % 1 seviyesinde önemli, \* % 5 seviyesinde önemli, öd önemli değil

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine sahip mesafelerde İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisinde ilk biçimde ucucu yağın oranı ve dekara ucucu yağın verimi üzerine etkilerine ait varyans analiz değerleri Çizelge 4'te sunulmuştur. Denemede farklı sıra arasının ucucu yağ oranı ve dekardaki ucucu yağın verimi üzerindeki etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli tespit edilmiş; farklı sıra üzeri mesafelerin ucucu yağ oranı üzerindeki etkisi %5 düzeyinde önemli; ucucu yağ verimi üzerindeki etkisi % 1 önemli düzeydedir. Sıra arası × sıra üzeri mesafe interaksiyonunun ucucu yağın oranı ve dekara ucucu yağın verimi üzerindeki etkisi %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısının tarla denemesi olması ve farklı dikim sıklıklarından oluşan verim farklılığı oluşması sebebi ile dekara ucucu yağ veriminde %36,85

çıkılmaktadır. Ucucu yağ oranında bu değer %6,31 olarak çıkmaktadır.

**Çizelge4.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde incelenen özelliklere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D	F Değerleri	
		Ucucu yağ oranı	Dekara Ucucu Yağ Verimi
SA	2	92,37**	42,87**
SÜ	2	4,58*	495,11**
SAXSÜ	4	21,06**	11,13**
VK (%)		6,31	36,85

\*\* % 1 seviyesinde önemli, \* % 5 seviyesinde önemli

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine sahip mesafelerde İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisinde ikinci biçimde bitkinin boyu, tek bitkinin taze herba verimi, tek bitkinin kuru herba verimi, tek bitkinin kuru yaprak verimi, dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerine etkisine ait varyans analiz değerleri Çizelge 5'te sunulmuştur. Denemede farklı sıra arasının, sıra üzerinin ve sıra arasısıra üzeri interaksyonunun bitki boyu üzerine etkisi istatistiki anlamda tespit edilememiş; farklı sıra arasına ve sıra üzerine tek bitkinin taze herba verimi, tek bitkinin kuru herba verimi, tek bitkinin kuru yaprak verimi, dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerindeki etkisine bakıldığında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuş; sıra arası × sıra üzeri mesafe interaksyonunun tek bitki taze herba veriminde etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığı; tek bitki kuru herba veriminde, tek bitkinin kuru yaprak veriminde, dekara taze herbanın verimi üzerinde istatistiki anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu; dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerinde istatistiki anlamda %5 düzeyinde önemli olduğu sonucuna

varılmıştır. Varyasyon katsayısının tarla denemesi olması ve farklı dikim sıklıklarından oluşan verim farklılığı oluşması sebebi ile hesaplanan değerler tabloda verilmektedir.

**Çizelge5.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde incelenen özelliklere ait varyans analiz tablosu

Kaynakları	S. D	F Değerleri						
		BB	TBTHV	TBKHV	TBKYY	DTHV	DKHV	DKYV
SA	2	0,43öd	600,91**	664,17**	647,15**	72,13**	72,95**	108,21**
SÜ	2	0,82 öd	52,20**	64,07**	71,85**	507,47**	468,53**	581,48**
SAXSÜ	4	0,12 öd	4,92öd	5,88**	6,94**	5,79**	4,61*	5,27*
VK (%)		16,55	39,38	41,18	43,37	38,78	38,11	38,13

\*\* % 1 seviyesinde önemli, \* % 5 seviyesinde önemli, öd önemli değil

Farklı sıra arasının ve sıra üzerinin İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisinde ikinci biçimde ucucu yağ oranına ve dekadaki ucucu yağın verimine ait varyans analiz değerleri Çizelge 6'da sunulmuştur. Denemede farklı sıra arası mesafenin ucucu yağ oranı ve dekadaki ucucu yağın verimi üzerindeki etkisinin istatistiki olarak %1 düzeyinde olduğu tespit edilmiş; farklı sıra üzeri mesafelerin istatistiki anlamda etkisi ucucu yağ oranında tespit edilmemiş iken ucucu yağ verimi üzerindeki etkisi % 1 düzeyindedir. Sıra arası × sıra üzeri mesafe interaksiyonunun etkisinin ucucu yağ oranı üzerindeki istatistiki anlamdaki etkisi %1 iken dekara ucucu yağın verimi üzerindeki etkisinin istatistiki anlamda % 1 olduğu tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısının tarla denemesi olması ve farklı dikim sıklıklarından oluşan verim farklılığı oluşması sebebi ile dekara ucucu yağ veriminde %40,59 çıkmaktadır. Ucucu yağ oranında bu değer %3,51 olarak çıkmaktadır.

Farklı sıra arasının ve sıra üzerinin birinci biçime ait bitkinin boyu üzerinde oluşturduğu ortalama değerleri Çizelge7'de sunulmuştur. Yapılan çalışmanın sonucuna göre tespit edilen

ortalama bitkinin boyu 42.63 cm'dir. Denemede bitkinin boyu 40.70-45.23 cm arası değiştiğini izelge3.5.'de grlmştr.

**izelge6.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde incelenen özelliklere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D	F Değerleri	
		Ucucu yağ oranı	Dekara Ucucu Yağ Verimi
SA	2	51,74**	104,53**
S	2	1,39d	278,84**
SAXS	4	13,94**	6,19**
VK (%)		3,51	40,59

\*\* % 1 seviyesinde önemli, d önemli değil

**izelge7.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde tespit edilen ortalama bitkilerin boyuna ait değerler

2022-1				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra zeri Mesafe (cm)			Ort (cm)
	10	20	30	
20	45.23	44.53	42.33	44.03
40	43.63	42.50	40.70	42.27
60	42.60	41.23	40.96	41.60
Ort(cm)	43.82	42.75	41.33	42.63

Farklı sıra arasının ve sıra üzerinin ikinci biçime ait bitkinin boyunda oluşturmuş olduğu ortalama değerleri izelge8'de sunulmuştur. Denemenin sonucunda tespit edilen ortalama bitkinin boyu 23.84 cm'dir. Denemede bitkinin boyu 21.86 ve 26.76 cm arasında değiştiği izelge8'de görülebilmektedir.

**Çizelge8.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2.bıçım döneminde tespit edilen ortalama bitkinin boyuna ait değerler

**2022-2**

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (cm)
	10	20	30	
20	26.76	24.96	24.63	<b>25.45</b>
40	22.66	24.30	23.50	<b>23.48</b>
60	23.06	22.83	21.86	<b>22.58</b>
Ort(cm)	<b>24.16</b>	<b>24.03</b>	<b>23.33</b>	<b>23.84</b>

Farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde dikilen İzmir Kekığı bitkisinde bitki boyları arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde bir fark bulunmasada üç sıra aralığının ve üç sıra üzerinin etkisi ile bitki boyları sıklık arttıkça daha uzun, sıklık azaldıkça daha kısa olduğu gözlemlenmiştir. Daha sık olan bitkilerin güneş ışığına yönelmesi sebebi ile bitki boylarında artış saptanmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), 2007-2010 yılları arasında yürüttüğü doktora tezinde 40x20cm dikim sıklığında kurduğu denemesinde *Origanum onites* L. 'e ait bitki boyu verilerine göre; 2009 yılında ortalama 45,50 cm, 2010 yılında ortalama 52,35 cm olarak ölçtüklerini belirtmiştir. 2009 yılı denemenin ikinci yılı olması sebebi ile 40x20 cm olan parsel ile uyum sağlamaktadır. Sarıhan vd. (2006), (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) İstanbul kekığınde farklı sıra arasının ve üzerinin mesafelerin bitkinin boyunda istatistiki anlamda önemli olmadığını bildirmişleridir. Özyılmaz vd. (2020), limonotu (*Lipia citriodora* L.)'nda tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurduğu denemesini, farklı sıra arası mesafelerin (40 ve 60 cm) ana parselleri, farklı sıra üzerinin (20, 30 ve 40 cm) ise alt parselleri olarak düzenlemiştir. 60x40 cm parsellerin ortalaması 145,50 cm ile en düşük 40x20 cm parsellerin ortalaması ise 162,6 cm ile en yüksek değeri vermiştir. Çok yıllık olan limonotununda dikim sıklığı

artıkça verdiği tepkiler İzmir kekiği ile benzerlik göstermektedir. Batray ve Kan (2012) 2007-2008 yıllarında Konya ilinde İzmir kekiği(*Origanum onites*) üzerinde 60x30 cm dikim sıklığında uyguladıkları farklı gübreler sebebi ile bitki boylarının 25,7-51,9 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Farklı sıra arasının ve sıra üzerinin oluşturduğu her parselden rastgele seçilen 10 adet bitkinin taze herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 9’da sunulmuştur.

**Çizelge9.***Farklı sıra arasını ve sıra üzeri mesafelerde dikilen O.onites bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama tek bitki taze herba verimine ait değerler*

**2022-1**

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (g)
	10	20	30	
20	121.90	152.20	173.10	<b>149.07<sup>B</sup></b>
40	276.53	369.70	375.10	<b>340.44<sup>A</sup></b>
60	299.57	390.03	398.87	<b>362.82<sup>A</sup></b>
<b>Ort(gr)</b>	<b>232.67<sup>B</sup></b>	<b>303.98<sup>A</sup></b>	<b>315.69<sup>A</sup></b>	<b>284.11</b>

Farklı sıra arasını ve sıra üzerini oluşturan her parselden rastgele seçilen on adet bitkinin taze herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge10’da verilmiştir.

İzmir Kekiki bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça tek bitki taze herba verim değerlerinde bir artış saptanmış ve en yüksek tek bitki taze herba verim değerlerine 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır. Temmuz ayında gerçekleştirilen hasatın bahar yağışlarını alması ve daha uzun bir vejetasyon süresi geçirmesi sebebi ile ekim ayında yapılan hasattan daha yüksek verim sonuçları elde edilmiştir.

**Çizelge10.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama tek bitki taze herba verimine ait değerler

2022-2

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (g)
	10	20	30	
20	67.66	77.30	85.03	76.66 <sup>C</sup>
40	164.53	203.53	216.13	194.70 <sup>B</sup>
60	172.20	216.87	222.53	203.87 <sup>A</sup>
Ort(gr)	134.80 <sup>B</sup>	165.90 <sup>A</sup>	174.57 <sup>A</sup>	158.42

Yapılan çalışmalarda istatistiki anlamda farklı sıra arasının ve sıra üzerinin tek bitki taze herba verim değerlerinin önemli düzeyde oluşan farklılıkların sebebi ekolojik koşullar, farklı dikim yoğunluğu, bitkilerin yaşını, yapılmış olan kültürel uygulamalar yani sulama sayısının ikinci biçimde vejetasyon süresi sebebi ile az olması ve biçim zamanından kaynaklanmaktadır.

Farklı sıra arasını ve sıra üzerini oluşan tüm parsellerden rastgele seçilen on adet bitkinin kuru herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 11’da verilmiştir.

**Çizelge11.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama tek bitki kuru herba verimine ait değerler

2022-1

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (gr)
	10	20	30	
20	55.16	70.00	81.63	68.93 <sup>C</sup>
40	132.33	180.90	185.93	166.39 <sup>B</sup>
60	151.07	199.97	208.87	186.63 <sup>A</sup>
Ort(gr)	112.86 <sup>B</sup>	150.29 <sup>A</sup>	158.81 <sup>A</sup>	140.65



Farklı sıra arasındaki ve sıra üzerindeki tüm parsellerden rastgele seçilen on adet bitkinin kuru herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 11’de verilmiştir.

**Çizelge 11.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama tek bitki kuru herba verimine ait değerler

2022-2

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (gr)
	10	20	30	
20	40.76	47.50	52.90	47.05 <sup>C</sup>
40	102.57	129.40	138.27	123.41 <sup>A</sup>
60	111.17	141.20	147.83	133.40 <sup>B</sup>
<b>Ort(gr)</b>	<b>84.83<sup>C</sup></b>	<b>106.03<sup>B</sup></b>	<b>113.00<sup>A</sup></b>	<b>101.29</b>

İzmir Kekiği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça tek bitki kuru herba verim değerlerinde bir artış saptanmış ve en yüksek tek bitki kuru herba verim değerlerine 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır. Bu durum tek bitki taze herba veriminde açıklanan parametrelerden kaynaklanmaktadır.

Farklı sıra arasındaki ve sıra üzerindeki tüm parsellerden rastgele seçilen on adet bitkinin kuru yaprak verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 12’de verilmiştir.

**Çizelge 12.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama tek bitki kuru yaprak verimine ait değerler

2022-1

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (gr)
	10	20	30	
20	27.66	35.63	42.73	35.34 <sup>C</sup>
40	69.36	96.93	100.95	89.08 <sup>B</sup>
60	82.16	109.17	116.07	102.47 <sup>A</sup>
<b>Ort(gr)</b>	<b>59.73<sup>B</sup></b>	<b>80.57<sup>A</sup></b>	<b>86.58<sup>A</sup></b>	<b>75.63</b>

Farklı sıra arasındaki ve sıra üzerindeki tüm parsellerden rastgele seçilen on adet bitkinin kuru yaprak verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge13'te verilmiştir.

**Çizelge13.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama tek bitki kuru yaprak verimine ait değerler

2022-2

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (gr)
	10	20	30	
20	22.50	26.80	30.20	26.50 <sup>C</sup>
40	58.80	75.36	82.13	72.10 <sup>B</sup>
60	65.53	85.50	90.80	80.61 <sup>A</sup>
Ort(gr)	48.94 <sup>C</sup>	62.55 <sup>B</sup>	67.71 <sup>A</sup>	59.73

İzmir Kekiği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça tek bitki kuru yaprak verim değerlerinde bir artış saptanmış ve en yüksek tek bitki kuru yaprak verim değerlerine 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır. Bu durum tek bitki taze herba veriminde açıklanan parametrelerden kaynaklanmaktadır. İlk hasat ile ikinci hasat arasında bitkide yaprak oranında artış gözlenmiştir. Bunun sebebi vejetasyon süresinin kısa olması dolayısı ile bitkinin dal sayısındaki azalmadan kaynaklanmaktadır.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara taze herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge14'de verilmiştir.

**Çizelge14.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama dekara taze herba verimine ait değerler

2022-1

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	3156,70	1933,30	1488,90	2193,00 <sup>B</sup>
40	3516,70	2379,20	1611,10	2502,30 <sup>A</sup>
60	2557,80	1702,80	1131,50	1804,00 <sup>C</sup>

<b>Ort(kg)</b>	<b>0<sup>A</sup></b>	<b>3083,7</b>	<b>0<sup>B</sup></b>	<b>2005,1</b>	<b>0<sup>C</sup></b>	<b>1410,5</b>	<b>2166,4</b>	<b>0</b>
----------------	----------------------	---------------	----------------------	---------------	----------------------	---------------	---------------	----------

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin ilk biçimdeki dekara taze herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 15’de verilmiştir.

**Çizelge 15.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama dekara taze herba verimine ait değerler

**2022-2**

<b>Sıra Arası Mesafe (cm)</b>	<b>Sıra Üzeri Mesafe (cm)</b>			<b>Ort (kg)</b>
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	
<b>20</b>	1151,70	649,17	488,89	<b>763,24<sup>B</sup></b>
<b>40</b>	1391,70	875,00	616,67	<b>961,11<sup>A</sup></b>
<b>60</b>	983,33	633,33	433,33	<b>683,33<sup>C</sup></b>
<b>Ort(kg)</b>	<b>1175,60<sup>A</sup></b>	<b>719,17<sup>B</sup></b>	<b>512,96<sup>C</sup></b>	<b>802,56</b>

İzmir Kekiği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça tek bitki taze herba verim değerlerinde bir artış saptanmış olmasına rağmen dekara taze herba verimlerinde dekara düşen bitki sayısı azalması sebebi ile verimde sıra arası ve sıra üzeri sıklık arttıkça düşüş yaşanmıştır. En yüksek dekara taze herba verim değerlerine tek bitki taze herba verimine paralel olarak 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır. Temmuz ayında gerçekleştirilen hasatın bahar yağışlarını alması ve daha uzun bir vejetasyon süresi geçirmesi sebebi ile ekim ayında yapılan hasattan daha yüksek verim sonuçları elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda istatistiki anlamda farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafede dekara taze herba verim değerlerinin önemli düzeyde oluşan farklılıkların sebebi ekolojik koşullar, farklı dikim sıklığı, bitkilerin yaşı, yapılmış olan kültürel uygulamalar yani sulama sayısının ikinci biçimde vejetasyon süresi sebebi ile az olması ve biçim zamanının kaynaklanmaktadır. En yüksek dekara taze herba verim değerlerine 2022 yılının ilk hasatında 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 3.516,70kg/da olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmalarındaki 40x20 cm dikim sıklığında *O. onites* L.

değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama yeşil herba verimini 2.782,00 kg/da elde edildiği belirtilmektedir.

Sarıhan vd. (2006), (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) İstanbul kekiğinde farklı sıra arasının ve üzerinin önemini araştırdıkları ve denemesinin ikinci yılı olan 2003 yılında 60x40 cm dikim sıklığında en düşük yeşil herba verim olan 741,20kg/da elde ederken; 30x30 dikim sıklığında en yüksek yeşil herba verim olan 1.547,00kg/da elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığına İstanbul kekiği ile İzmir kekiği ikinci yıllarında benzer tepkiler vermiştir. Fakat İstanbul kekiğinin 2004 yılındaki verilerine bakıldığında en yüksek yeşil herbanın verimi 50x30 cm dikim sıklığından en düşük yeşil herbanın verimi yine 60x40 cm dikim sıklığından elde edildiği görülmüştür. Katar ve Gürbüz (2008), oğulotu (*Melissa officinalis* L.)'nda farklı dikim sıklığı(40x30 cm, 40x40 cm, 50x30 cm ve 50x40 cm)'nda 2002 yılında en düşük yeşil yaprak verimini 50x40 cm dikim sıklığındaki parsellerin ortalaması olan 1.566,03 kg/da olarak elde etmişlerdir. İzmir Kekikiği gibi çok yıllık olan Oğulotu bitkisinin 2002 yılında en yüksek yeşil yaprak verimini 40x30cm dikim sıklığındaki parsellerin ortalamasından 2.409,92 kg/da olarak elde etmişlerdir. Oğulotunun dikim sıklığının yoğunluğuna göre verdiği tepkiler İzmir kekiği ile benzerlik göstermektedir.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara kuru herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge16'da verilmiştir.

**Çizelge16.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama dekara kuru herba verimine ait değerler

2022-1				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	920,23	569,94	445,31	645,16 <sup>B</sup>
40	1038,20	673,58	472,39	728,05 <sup>A</sup>
60	723,23	496,41	327,67	515,77 <sup>C</sup>
Ort(kg)	893,88 <sup>A</sup>	579,98 <sup>B</sup>	415,12 <sup>C</sup>	629,66

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara kuru herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 17’de verilmiştir.

**Çizelge17.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2.biçim döneminde elde edilen ortalama dekara kuru herba verimine ait değerler

2022-2

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	338,01	194,33	140,57	224,30 <sup>B</sup>
40	404,36	264,46	187,06	285,29 <sup>A</sup>
60	286,55	182,02	131,01	199,86 <sup>C</sup>
<b>Ort(kg)</b>	<b>342,97<sup>A</sup></b>	<b>213,60<sup>B</sup></b>	<b>152,88<sup>C</sup></b>	<b>236,48</b>

İzmir Kekliği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça tek bitki kuru herba verim değerlerinde bir artış saptanmış olmasına rağmen dekara kuru herba verimlerinde dekara düşen bitki sayısı azalması sebebi ile verimde sıra arası ve sıra üzeri sıklık arttıkça düşüş yaşanmıştır. Bu durum dekara taze herba veriminde açıklanan parametrelerden kaynaklanmaktadır. En yüksek dekara kuru herba verim değerlerine tek bitki kuru herba verimine paralel olarak 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır. En yüksek dekara kuru herba verim değerlerine 2022 yılının ilk hasatında 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 1038,20kg/da olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmalarındaki 40x20 cm dikim sıklığında olan denemesinde *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalamasına bakıldığında 804,20 kg/da verim elde edildiği görülmektedir. Batıray ve Kan (2012) 2007-2008 yıllarında Konya ilinde İzmir kekliği (*Origanum onites*) üzerinde 60x30 cm dikim sıklığında kuru herba ağırlığını uyguladıkları gübreler sebebi ile 157,0-737,70kg/da aralığında elde ettiklerini belirtmişlerdir. Denemenin 40x20 cm kuru herba değerine bakıldığında ve 60x30 cm kuru herba değerine bakıldığında yaklaşık değerler elde edildiği gözlenmektedir.

Sarıhan vd. (2006), (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) İstanbul kekiğinde farklı sıra arasının ve üzerinin önemini araştırdıkları denemenin ikinci yılı olan 2003 yılında 60x40 cm dikim sıklığında en düşük kuru herba verim olan 321,60kg/da elde ederken; 30x30 dikim sıklığında en yüksek kuru herba verim olan 736,70kg/da elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığına İstanbul kekiği ile İzmir kekiği benzer tepkiler vermiştir. Fakat İstanbul kekiğinin 2004 yılındaki verilerine bakıldığında en fazla yeşil herbanın verimi 50x30 cm dikim sıklığından en düşük yeşil herbanın veriminin yine 60x40 cm dikim sıklığından elde edildiği görülmüştür.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara kuru yaprak verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge18’de verilmiştir.

**Çizelge18.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı birinci biçim döneminde elde edilen ortalama dekara kuru yaprak verimine ait değerler

<b>2022-1</b>				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
<b>20</b>	489,93	296,73	231,28	<b>339,31<sup>B</sup></b>
<b>40</b>	533,41	354,89	255,43	<b>381,24<sup>A</sup></b>
<b>60</b>	384,45	259,09	171,48	<b>271,67<sup>C</sup></b>
<b>Ort(kg)</b>	<b>469,26<sup>A</sup></b>	<b>303,57<sup>B</sup></b>	<b>219,39<sup>C</sup></b>	<b>330,74</b>

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara kuru yaprak verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 19’da verilmiştir. İzmir Kekiği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça tek bitki kuru yaprak verim değerlerinde bir artış saptanmış olmasına rağmen dekara kuru yaprak verimlerin de dekara düşen bitki sayısı azalması sebebi ile verimde sıra arası ve sıra üzeri sıklık arttıkça düşüş yaşanmıştır. En yüksek dekara kuru yaprak verim değerlerine tek bitki kuru yaprak verimine paralel olarak 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır.

**Çizelge19.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama dekara kuru yaprak verimine ait değerler

2022-2

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	207,25	117,58	84,45	136,43 <sup>B</sup>
40	240,04	159,26	110,60	169,97 <sup>A</sup>
60	173,66	110,53	77,43	120,54 <sup>C</sup>
Ort(kg)	206,98 <sup>A</sup>	129,13 <sup>B</sup>	90,82 <sup>C</sup>	142,31

Bu durum dekara taze herba veriminde açıklanan parametrelerden kaynaklanmaktadır. En yüksek dekara kuru yaprak verim değerlerine 2022 yılının ilk hasatında 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 533,41 kg/da olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmasındaki 40x20 cm dikim sıklığında olan denemesinde *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama verimi 510,40 kg/da olarak elde edildiği görülmektedir.

Sarıhan vd. (2006), (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) İstanbul kekiğinde farklı sıra arasının ve üzerinin önemini araştırdıkları denemenin ikinci yılı olan 2003 yılında 60x40 cm dikim sıklığında en düşük kuru yaprak verim olan 225,20kg/da elde ederken; 30x40 cm dikim sıklığında en yüksek kuru yaprak verim olan 443,50kg/da elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığına İstanbul kekiği ile İzmir kekiği benzer tepkiler vermiştir. Fakat İstanbul kekiğinin 2004 yılındaki verilerine bakıldığında en yüksek yeşil herbanın veriminin 50x30 cm dikim sıklığından en düşük yeşil herbanın veriminin yine 60x40 cm dikim sıklığından elde edildiği görülmüştür.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin uçucu yağ oranları tayin edilmiş ve oluşan ortalama değerler Çizelge20’da verilmiştir.

**Çizelge20.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama uçucu yağ oranlarına ait değerler

2022-1				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (%)
	10	20	30	
20	3.31	3.21	3.56	3.36 <sup>B</sup>
40	3.60	3.75	3.61	3.65 <sup>A</sup>
60	3.21	3.43	3.13	3.26 <sup>C</sup>
<b>Ort(%)</b>	<b>3.37<sup>B</sup></b>	<b>3.46<sup>A</sup></b>	<b>3.43<sup>AB</sup></b>	<b>3.42</b>

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin uçucu yağ oranları tayin edilmiş ve oluşan ortalama değerler Çizelge 21’de verilmiştir.

**Çizelge21.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama uçucu yağ oranlarına ait değerler

2022-2				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (%)
	10	20	30	
20	3.53	3.33	3.66	3.51 <sup>B</sup>
40	3.71	3.83	3.65	3.73 <sup>A</sup>
60	3.28	3.53	3.21	3.34 <sup>C</sup>
<b>Ort(%)</b>	<b>3.51<sup>A</sup></b>	<b>3.56<sup>A</sup></b>	<b>3.51<sup>A</sup></b>	<b>3.52</b>

İzmir Kekiği bitkisinde en yüksek uçucu yağ oranı sıra arası için 40 cm olarak gözlenmiştir. En yüksek uçucu yağ oranına sahip parsel 2022 yılının ikinci hasatında 40 cm sıra arasında 20 cm sıra üzerinde %3.83 olarak saptanmıştır. İlk hasat sonrası sıcaklıkların artması sebebi ile bitki su kaybını önlemek için yağ sentezini arttırmıştır. Katar ve Katar (2020), İzmir kekiğinde farklı dönemlerde uçucu yağ tayin etmişler ve %50 çiçeklenme döneminde en yüksek olan %3,60 oranını elde etmişlerdir. Bu çalışmaya dayanarak %50 çiçeklenme döneminde hasatları yapılan İzmir kekiğinin 40x20 cm olan parselden ilk hasatta % 3,75 ve ikinci



hasatta %3,83 olarak elde edilen uçucu yağ oranlarının benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Tuğlu vd. (2020), su distilasyonu ile *O.onites* türünde yaptıkları araştırmada 150 dk sonunda %4,60 uçucu yağ oranı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Batıray ve Kan (2012) çalışmalarında Konya ekolojik şartlarında İzmir kekiği (*Origanum onites*) üzerinde farklı gübre uygulamalarında bulunmuşlardır. 60x30 cm dikim sıklığındaki bitkilere uygulanan farklı gübreler sebebi ile uçucu yağ oranı % 3.0-3.4 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Sarıhan vd. (2006), İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)'nde farklı sıra arasının ve üzerinin önemini araştırdıkları denemenin ikinci yılı olan 2003 yılında 30x30 cm dikim sıklığında en düşük uçucu yağ oranı %2,75 elde ederken; 50x30 dikim sıklığında en yüksek uçucu yağ oranı %3,20 elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığına İstanbul kekiğide İzmir kekiği gibi en yüksek yaprak verimi elde edilen parselden elde edilmemiştir.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin uçucu yağı verimi tespit edilmiş ve dekarda oluşan ortalama değerler Çizelge22'de verilmiştir.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin uçucu yağ verimi tespit edilmiş ve dekarda oluşan ortalama değerler Çizelge 23'te verilmiştir

**Çizelge22.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 1. biçim döneminde elde edilen ortalama dekara uçucu yağ verimlerine ait değerler

2022-1				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (L)
	10	20	30	
20	16,25	9,54	8,25	11,34 <sup>B</sup>
40	19,18	13,28	9,23	13,89 <sup>A</sup>
60	12,37	8,89	5,37	8,88 <sup>C</sup>
<b>Ort(L)</b>	<b>15,93<sup>A</sup></b>	<b>10,57<sup>B</sup></b>	<b>7,61<sup>C</sup></b>	<b>11,37</b>

**Çizelge23.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı 2. biçim döneminde elde edilen ortalama dekara uçucu yağ verimlerine ait değerler

2022-2				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (L)
	10	20	30	
20	7,32	3,92	3,09	4,78 <sup>B</sup>
40	8,92	6,10	4,04	6,35 <sup>A</sup>
60	5,71	3,90	2,48	4,03 <sup>C</sup>
Ort(L)	7,31 <sup>A</sup>	4,64 <sup>B</sup>	3,20 <sup>C</sup>	5,05

İzmir Kekliği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça dekardan çıkan uçucu yağ verimi dekara düşen bitki sayısı azalması sebebi ile düştüğü gözlenlenmiştir. En yüksek dekara uçucu yağ verimi değerlerine dekardan alınan kuru yaprak verimine verimine paralel olarak 2022 yılının birinci hasatında alınan biçimlerde ulaşılmıştır. En yüksek dekara uçucu yağ verim değerlerine 2022 yılının ilk hasatında 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 20.82 l/da olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011)'ın 2007-2010 yılları arasındaki araştırmasının 40x20 cm dikim sıklığında olan denmesinde *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama ucucu yağ oranı %2,565 ölçülmesi ve drog herbadan ucucu yağ elde edilmesi sebebi ile 21,33 l/da ucucu yağın verimi tespit ettiği görülmektedir.

Karik ve Azkan (2011), Limonotu (*Lippia citriodora* L.)'nda farklı dikim sıklıklarında yaptıkları araştırmada 40x40 cm olan parselinden en yüksek dekara yaprak verimini elde etmiş ve buna paralel olarak yine 40x40 cm olan parselden en yüksek dekara ucucu yağ verimini elde ettiğini belirtmişlerdir.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine İzmir kekliği (*Origanum onites* L.) bitkisinde toplam biçimde dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerine etkisine ait varyans analiz değerleri Çizelge 24'te sunulmuştur. Denemede farklı sıra arasına ait mesafesinin, farklı sıra üzerine ait

mesafesinin ve sıra arasısıra üzeri interaksiyonunun dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi üzerine istatistiki anlamda etkisi %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısının tarla denemesi olması ve farklı dikim sıklıklarından oluşan verim farklılığı oluşması sebebi ile hesaplanan değerler tabloda verilmektedir.

**Çizelge24.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisi 2022 yılı toplam biçimlerine ait incelenen özelliklerin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D	F Değerleri		
		DTHV	DKHV	DKYV
SA	2	126,75**	83,29**	58,30**
SÜ	2	872,66**	851,20**	757,47**
SAXSÜ	4	8,10**	10,38**	6,81**
VK (%)		36,42	36,23	36,15

\*\* % 1 seviyesinde önemli

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara taze herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 25’de verilmiştir.

İzmir Kekiği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça dekara taze herba verimlerinde dekara düşen bitki sayısının azalması sebebi ile bir düşüş yaşanmıştır. Yapılan çalışmalarda istatistiki anlamda farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafe interaksiyonlarının dekara taze herba verim değerlerinin önemli düzeyde oluşan farklılıkların sebebi ekolojik koşullar, farklı dikim sıklıkları, bitkinin yaşı, yapılan kültürel işlemlerden kaynaklanmaktadır. En yüksek dekara taze herba verim değerlerine 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 4.908,30kg olarak ulaşılmıştır.

Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmalarındaki 40x20 cm dikim sıklığında *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama yeşil herba verimi 2.782,00 kg/da elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge25.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı toplam biçimde elde edilen ortalama dekara taze herba verimlerine ait değerler

2022-Toplam				
Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	4308,30	2582,50	1977,80	2956,20 <sup>B</sup>
40	4908,30	3254,20	2227,80	3463,40 <sup>A</sup>
60	3561,10	2336,10	1564,80	2487,30 <sup>C</sup>
<b>Ort(kg)</b>	<b>4259,30<sup>A</sup></b>	<b>2724,30<sup>B</sup></b>	<b>1923,50<sup>C</sup></b>	<b>2969,00</b>

Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmalarındaki 40x20 cm dikim sıklığında *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama yeşil herba verimi 2.782,00 kg/da elde edildiği görölmektedir.

Sarıhan vd. (2006), (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) İstanbul kekiğinde farklı sıra arasına ve üzerine önemini araştırdıkları denemenin ikinci yılı olan 2003 yılında 60x40 cm dikim sıklığında en düşük yeşil herba verim olan 741,20kg/da elde ederken; 30x30 dikim sıklığında en yüksek yeşil herba verim olan 1.547,00kg/da elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığına İstanbul kekiği ile İzmir kekiği ikinci yıllarında benzer tepkiler vermiştir. Fakat İstanbul kekiğinin 2004 yılındaki verilerine bakıldığında en yüksek yeşil herbanın veriminin 50x30 cm dikim sıklığından en düşük yeşil herbanın veriminin yine 60x40 cm dikim sıklığından elde edildiği görölmüştür. Katar ve Gürbüz (2008), Oğulotu (*Melissa officinalis* L.)'nda farklı dikim sıklığı(40x30 cm, 40x40 cm, 50x30 cm ve 50x40 cm)'nda 2002 yılında en düşük yeşil yaprak verimini 50x40 cm dikim sıklığındaki parsellerin ortalaması olan 1.566,03 kg/da olarak elde etmişlerdir. İzmir Kekiği gibi çok yıllık olan Oğulotu bitkisinin 2002 yılında en yüksek yeşil yaprak verimini 40x30cm dikim sıklığındaki parsellerin ortalama verimi 2.409,92 kg/da olarak elde etmişlerdir. Oğulotunun dikim sıklığının yoğunluğuna göre verdiği tepkiler İzmir kekiği ile benzerlik göstermektedir.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara kuru herba verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge 26'da verilmiştir.

**Çizelge26.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı toplam biçimde elde edilen ortalama dekara kuru herba verimlerine ait değerler

Sıra Arası Mesafe (cm)	Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	1258,20	764,27	585,88	869,46 <sup>B</sup>
40	1442,50	938,04	659,45	1013,30 <sup>A</sup>
60	1009,80	678,44	458,68	715,63 <sup>C</sup>
<b>Ort(kg)</b>	<b>1236,80<sup>A</sup></b>	<b>793,58<sup>B</sup></b>	<b>568,00<sup>C</sup></b>	<b>866,14</b>

İzmir Kekliği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça dekara kuru herba verimlerinde dekara düşen bitki sayısının azalması sebebi ile bir düşüş yaşanmıştır. Bu durum dekara taze herba veriminde açıklanan parametrelerden kaynaklanmaktadır. En yüksek dekara kuru herba verim değerlerine 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 1.442,50kg olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmalarındaki 40x20 cm dikim sıklığında olan denemesinde *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama kuru herba verimi 804,20 kg/da elde edildiği görülmektedir. Batray ve Kan (2012) çalışmalarında Konya ekolojik şartlarında İzmir kekliği (*Origanum onites*) üzerinde farklı gübre uygulamalarında bulunmuşlardır. 60x30 cm dikim sıklığındaki bitkilere uygulanan farklı gübreler sebebi ile drog herbanın verimi 157.0-737.7 kg/da, arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Denemenin 40x20 cm kuru herba değerine bakıldığında ve 60x30 cm kuru herba değerine bakıldığında yaklaşık değerler elde edildiği gözlenmektedir.

Sarıhan vd. (2006), (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) İstanbul kekliğinde farklı sıra arasının ve üzerinin önemini araştırdıkları denemenin ikinci yılı olan 2003 yılında 60x40 cm dikim sıklığında en düşük kuru herba verim olan 321,60kg/da elde ederken; 30x30

dikim sıklığında en yüksek kuru herba verim olan 736,70kg/da elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığına İstanbul kekiği ile İzmir kekiği benzer tepkiler vermiştir. Fakat İstanbul kekiğinin 2004 yılındaki verilerine bakıldığında en yüksek kuru herba verimin 50x30 cm dikim sıklığından en düşük kuru herba veriminin yine 60x40 cm dikim sıklığından elde edildiği görülmüştür.

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin dekara kuru yaprak verimlerinin oluşturduğu ortalama değerler Çizelge27’de verilmiştir.

**Çizelge27.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı toplam biçimde elde edilen ortalama dekara kuru yaprak verimlerine ait değerler

Sıra Arası Mesafe (cm)	2022-toplam Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (kg)
	10	20	30	
20	697,18	414,31	315,73	475,74 <sup>B</sup>
40	773,45	514,16	366,03	551,21 <sup>A</sup>
60	558,11	369,62	248,91	392,22 <sup>C</sup>
<b>Ort(kg)</b>	<b>676,25<sup>A</sup></b>	<b>432,70<sup>B</sup></b>	<b>310,22<sup>C</sup></b>	<b>473,06</b>

İzmir Kekiği bitkisinde sıra arası ve sıra üzeri mesafesi arttıkça dekara kuru yaprak verimlerinde dekara düşen bitki sayısının azalması sebebi ile bir düşüş yaşanmıştır. Bu durum dekara taze herba veriminde açıklanan parametrelerden kaynaklanmaktadır. En yüksek dekara kuru yaprak verim değerlerine 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 773,45kg/da olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), araştırmalarındaki 40x20 cm dikim sıklığındaki denemesinde *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama verimi 510,40 kg/da verim elde edildiği görülmektedir.

Sarıhan vd. (2006), İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)’nde farklı sıra arasının ve üzerinin önemini araştırdıkları çalışmada denemenin ikinci yılı olan 2003 yılında 60x40 cm dikim sıklığında en düşük kuru yaprak verim olan 225,20kg/da elde ederken; 30x40 dikim sıklığında en yüksek kuru yaprak verim olan

443,50kg/da elde ettiklerini belirtmişlerdir. Farklı dikim sıklığındaki İstanbul kekiğininde İzmir kekiği ile benzer şekilde bitki yoğunluğu azaldıkça dekardaki yaprak veriminin düştüğü gözlenmektedir. Fakat İstanbul kekiğinin 2004 yılındaki verilerine bakıldığında en yüksek kuru yaprağın veriminin 50x30 cm dikim sıklığında en düşük kuru yaprağın veriminin yine 60x40 cm dikim sıklığından elde edildiği görülmüştür.

Farklı sıra arasının ve sıra üzerinin İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitikisinde toplam biçimde dekara ucucu yağın verimi üzerine etkilerine ait varyans analiz değerleri Çizelge 28’de sunulmuştur. Çalışmada farklı sıra arasının, farklı sıra üzerinin ve sıra arası × sıra üzeri mesafe interaksyonunun dekara ucucu yağın verimi üzerindeki etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısının tarla denemesi olması ve farklı dikim sıklıklarından oluşan verim farklılığı oluşması sebebi ile %37,73 olarak çıkmaktadır.

**Çizelge28.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisi 2022 yılı toplam biçimlerine ait incelenen özelliklerin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D	F Değerleri	
		Dekara	Ucucu Yağ Verimi
SA	2	173,41**	
SÜ	2	553,02**	
SAXSÜ	4	12,16**	
VK (%)		37,73	

\*\* % 1 seviyesinde önemli

Farklı sıra arasına ve sıra üzerine ait mesafeden oluşan parsellerin uçucu yağ verimi tespit edilmiş ve dekarda oluşan ortalama değerler Çizelge 29’da verilmiştir. İzmir Kekikiği bitikisinde sıra üzeri mesafesi arttıkça dekara uçucu yağ verimlerinde dekara düşen bitki sayısının azalması sebebi ile bir düşüş yaşanmıştır. En ideal sıra arası mesafe 40 cm olarak görülmektedir.

**Çizelge29.** Farklı sıra arasına ve sıra üzerine dikilen *O.onites* bitkisinde 2022 yılı toplam biçimde elde edilen toplam uçucu yağ verimlerine ait değerler

Sıra Arası Mesafe (cm)	2022-Toplam Sıra Üzeri Mesafe (cm)			Ort (L)
	10	20	30	
20	23,57	13,46	11,34	16,12 <sup>B</sup>
40	28,10	19,39	13,26	20,25 <sup>A</sup>
60	18,08	12,79	7,86	12,91 <sup>C</sup>
Ort(L)	23,25 <sup>A</sup>	15,21 <sup>B</sup>	10,82 <sup>C</sup>	16,43

Yapılan çalışmalarda istatistiki anlamda farklı sıra arasının ve sıra üzerinin interaksiyonlarının dekara uçucu yağın verim değerlerinin önemli düzeyde oluşan farklılıkların sebebi ekolojik koşullar, farklı dikim sıklığı, bitkilerin yaşını, yapılmış olan kültürel uygulamaları, dekardan elde edilen kuru yaprak veriminden kaynaklanmaktadır. En fazla dekara uçucu yağın verim değerlerine 40 cm sıra arası 10 cm sıra üzeri mesafede 28,10 l/da olarak ulaşılmıştır. Bahtiyarca Bağdat (2011), 2007-2010 yılları arasındaki araştırmasında 40x20 cm dikim sıklığındaki denemesinde *O. onites* L. değerlerine bakıldığında 2010 yılında yapılan iki biçimin ortalama ucucu yağ verimi yağ oranı %2,565 ölçülmesi ve drog herbadan(804,2 l/da) ucucu yağ elde edilmesi sebebi 21,33 l/da elde edildiği görülmektedir.

Karik ve Azkan (2011), Limonotu (*Lippia citriodora* L.)'nda farklı dikim sıklıklarında yaptıkları araştırmada 40x40 cm olan parselden en yüksek dekara yaprak verimini elde etmiş ve buna paralel olarak yine 40x40 cm olan parselden en yüksek dekara ucucu yağ verimini elde ettiğini belirtmişlerdir.

## Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada Eskişehir ekolojik şartlarında farklı sıra arası (20cm, 40cm ve 60cm) ve sıra üzeri (10cm, 20 cm ve 30 cm) mesafelerin bitkinin boyu, tek bitkinin taze herba verimi, tek bitkinin



kuru herba verimi, tek bitkinin kuru yaprak verimi, dekara taze herbanın verimi, dekara kuru herbanın verimi, dekara kuru yaprağın verimi, uçucu yağın oranı ve uçucu yağın verimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Yürütülmüş olan bu çalışma sonucunda sıra üzeri mesafelerin artışına orantılı olarak tek bitkinin verimlerinin arttığı gözlenirken, dekardaki bitkide önemli düzeyde düşüşler tespit edildiği görülmektedir. Oluşan durumun farklı nedenleri olabileceği düşünülsede dekara düşen bitki sayısındaki düşüşün en önemli etken olduğu bilinmektedir. Farklı sıra aralıklarında bitki veriminde en ideal mesafenin 40 cm olduğu gözlenmiştir. 20cm ve 60 cm sıra arası mesafede bitki veriminde düşüş gözlenmiştir. Bunun sebebi 20 cm sıra arası mesafede dekarda bitki sayısının artması sebebi ile bitki rekabetinin artması topraktaki besin elementlerinin ve nemin bitkinin ihtiyacını karşılayamaması aynı zamanda güneş ışınlarının bitkiye geliş açısı sebebi ile gölgede kalan bitkilerin olmasıdır. 60 cm sıra arası mesafede tek bitki ölçümünde ki değerlere bakıldığında verimde bir artış gözlenirse de dekara verimleri bitki sayısı düşmesi sebebi ile azalmaktadır. Özyılmaz vd. (2020), Limonotu (*Lippia citriodora* L.)’da, Katar ve Gürbüz (2008), Oğulotu (*Melissa officinalis* L.)’nda, Sarıhan vd. (2006), İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)’nde farklı dikim sıklıklarında İzmir Kekiği gibi çok yıllık olmaları sebebi ile benzer şekilde bitki yoğunluğu arttıkça dekara kuru yaprak veriminde azalış; ucucu yağ oranlarında ise Sarıhan vd. (2006), İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)’nde en ideal ucucu yağın oranı elde edilen sıklığın 50x30 cm mesafede olduğu ve en yüksek dekara kuru yaprak verimi ile farklı bir sıklıktan elde edilmesi yönü ile İzmir Kekiğine benzerliği görülmektedir. Çok yıllık bir bitki olması sebebi ile ilerleyen yıllarda rekabeti göz önüne alınarak verim ve kalite kaybı yaşamamak adına ilave çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bilgiler ışığında sonuçlar incelendiğinde, (*Origanum onites* L.) yetiştiriciliğinin ikinci yılının sonuçlarına göre; baharat yetiştiriciliği için uygun olan kuru yaprak verimi sıra arası mesafenin 40 cm, sıra üzeri mesafenin ise 10 cm olduğu sıklıktan; ucucu yağ üretimi için

en ideal sıra arası mesafenin 40 cm olduğu, sıra üzeri mesafenin ise 20 cm olduğu gözlenmektedir.

## Kaynaklar

Acar, R., Güneş, A., Gummadov, N., Topal, İ., (2011). Farklı Bitki Sıklıklarının Karabuğday'da( *Fagopyrum esculentum Moench.*) Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25 (3): (2011) 47-51 ISSN:1309-0550.

Arabacı, O., Bayram, E., (2005). Aydın Ekolojik Koşullarında Lavanta (*Lavandula angustifolia MİLL.*)'nın Bazı Agronomik Ve Kalite Özellikleri Üzerine Bitki Sıklığı Ve Azotlu Gübrenin Etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2005; 2(2) : 13 – 19.

Atar, H., & Çölgeçen, H., (2019). Regeneration İn *Origanum onites* By Plant Tissue Culture. *Karaelmas Fen Ve Mühendislik Dergisi*, 9(2): 177-180.

Bağdat, R. B., (2006). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis L.*) Ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15(1-2): 19-28.

Bahtiyarca Bağdat, R., (2011).Türkiye'de 'Kekik' Olarak Kullanılan Bazı Cins Ve Türlerin Verim Ve Kalite Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Batıray, S., Kan, Y., (2012). Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen İzmir Kekikinde (*Origanum Onites L.*) Farklı Dozlarda Uygulanan Azot ve Organik Gübrelerin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 27 (1): (2013) 8-13 ISSN:1309-0550.

Caliskan, O., Odabas, M. S., Cirak, C., Radusiene, J., & Odabas, F., (2010). The Quantitative Effect Of Temperature And Light İntensity At Growth İn *Origanum onites L.* Journal Of MedicinalPlantsResearch, 4(7): 551-558.

Çelik, A. D., & Gül, A., (2016). Tıbbi Ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği Ve Dış Ticareti: Hatay İli Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 227-235

Economou, G., Panagopoulos, G., Tarantilis, P., Kalivas, D., Kotoulas, V., Travlos, I. S., Polysiou, M. And Karamanos, A., (2011), Variability İn Essential Oil Content And Composition Of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Corido Thymus capitatus* (L.) And *Satureja thymbra* L. Populations From The Greek Island Ikaria. Industrial Crops And Products, 33(1): 236-241.

İzgi, M. N., (2017). Farklı Kışniş (*Coriandrum sativum* L.) Popülasyon ve Çeşitlerinde Sıra Arası Mesafesinin Tarımsal Özellikleri ve Sabit Yağ Oranına Etkisi. KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı), 318-322, 2017

Kaçar, O., Göksu, E., & Azkan, N., (2006). İzmir Kekiğinde (*Origanum onites* L.) Farklı Sıklıkların Bazı Agronomik Ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 51-60.

Karik, Ü., Azkan, N., (2011). Farklı Dikim Aralıklarının Limonotu (*Lippia citriodora* L.) Bitkisinde Herba ve Uçucu Yağ Verimi ile Uçucu Yağ Kalite Özelliklerşne Etkisi. / BAHÇE 40 (1): 23 – 34 (2011).

Katar D.,&Gürbüz B., Oğulotu (*Melissa officinalis* L.)'nda Farklı Bitki Sıklığı ve Azot Dozlarının Drog Yaprak Verimi ve Bazı Özellikler Üzerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 2008, 14 (1) 78-81 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

Katar D.,& Katar N., (2020). Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Hasat Dönemlerinin İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.)'nin Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkisi. Turk J. Agr Eng Res (TURKAGER), 2020, 1(2): 441-451

Mahender, B., Syam Sundar Reddy, P., Thanuja Sivaram, G., Balakrishna, M. and Prathap, B., 2015. Effect of Seed Rhizome Size and Plant Spacing on Growth, Yield and Quality of Ginger (*Zingiber*

*officinale* Rosc.) under Coconut Cropping System. *Plant Archives* Vol. 15 No. 2, pp. 769-774.

Memar, M. Y., Raei, P., Alizadeh, N., Aghdam, M. A. And Kafil, H. S., 2017, Carvacrol And Thymol: Strong Antimicrobial Agents Against Resistant Isolates, *Reviews In Medical Microbiology*, 28(2): 63-68 Pp

Natural Sources Conservation Service, “*Origanum onites* L.”, 2022, <https://Plants.USda.Gov/Home/Plantprofile?Symbol=Oron2>

Özkan, G., Baydar, H., & Erbaş, S., (2010). Hasat Zamanının Türk Kekikinin (*Origanum onites* L.) Uçucu Yağ Bileşimi, Fenolik Bileşenleri Ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi Gıda Ve Tarım Bilimleri Dergisi, 90(2): 205-209.

Özyazıcı, G., & Kevseroğlu, K., (2019). *Mentha Spicata* L., *Origanum onites* L., *Melissa officinalis* L. Ve *Lavandula angustifolia* Mill. Bitkilerinde Uçucu Yağ Oranı Üzerine Ontogenetik Ve Diurnal Varyabilitenin Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3): 285-294.

Özyılmaz, B., Yılmaz, G., Koyutürk, Ö., Karataş, R., Yazıcı, L., Astan, K., (2019). Tokat Ekolojik Koşullarında *Lippia citriodora* L. nın Uygun Dikim Sıklığı ve Yetiştirilme Potansiyelinin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye* 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:166-171, 2020 ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.

Sadıkoğlu, N., & Özhatay, N., (2015). Morphological Characteristics Of Exported Taxa As Oregano From Turkey I: *Origanum*. *Journal Of Faculty Of Pharmacy Of Istanbul University*, 45(2): 87-126.

Sarıhan, E.O., İpek, A., Arslan, N., Gürbüz, B., (2006). Farklı Sıra Arası ve Sıra Üzeri Mesafelerinin Kekik (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)’de Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkisi.

Tarım Bilimleri Dergisi 2006, 12 (3) 246-251 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000000462.

Silva, F. V., Guimaraes, A. G., Silva, E. R., Sousa-Neto, B. P., Machado, F. D., Quintans-Júnior, L. J., ... And Oliveira, R. C., (2012), Anti-Inflammatory And Anti-Ulcer Activities Of Carvacrol, A Monoterpene Present In The Essential Oil Of Oregano, Journal Of Medicinal Food, 15(11): 984-991 Pp

Suthar, B. A., & Patel, R. S., (2014). Rajpipla'daki (Gujarat, Hindistan) Lamiaceae'nin (Nane Ailesi) Taksonomik Bir Çalışması. Dünya Uygulamalı Bilimler Dergisi, 32(5): 766-768.

Temel, M., Tokur S., (2013). *Origanum onites* ve *O. Majorana* Lamiaceae Türleri Üzerinde Anatomik, Morfolojik Ve Ekolojik Çalışmalar. Biyolojik Çeşitlilik Ve Koruma, 6(2): 123-133.

Temel, M., Tokur, S., (2008). Batı Anadolu Bölgesinde Yayılış Gösteren *Origanum* L.(Lamiaceae) Taksonlarının Palinolojik Özellikleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1): 1-6.

Toncer, O., Karaman, S., And Diraz, E., (2009b), Changes In Essential Oil Composition Of Oregano (*Origanum onites* L.) Due To Diurnal Variations At 98 Different Development Stages. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca, 37 (2): 177-181.

Toncer, O., Karaman, S., KIZIL, S., & Diraz, E., (2009a). Farklı Gelişim Aşamalarındaki Günlük Varyasyonlar Nedeniyle Kekik'in (*Origanum onites* L.) Uçucu Yağ Bileşimindeki Değişiklikler. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(2): 177-181.

Tonk, F. A., Yüce, S., Bayram, E., Akçali Giachino, R. R., Sönmez, Ç., Telci, I., & Furan, M. A., (2010). Chemical And Genetic Variability Of Selected Turkish Oregano (*Origanum onites* L.) Clones. Plant Systematics And Evolution, 288: 157-165.

Tuğlu, Ü., Baydar, H., Erbaş, S., Distilasyon Yöntemlerinin, Sürelerinin ve Fraksiyonlarının Kekik (*Origanum onites* L.) Uçucu Yağ Oranları ve Bileşenleri Üzerine Etkisi. DOI: 10.21597/jist.810615

Tüik, (2022b). Dış Ticaret İstatistikleri. <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Disticaretapp/Disticaret.Zul?Param1=25&Param2=0&Sitcre V=0&İsicrev=0&Sayac=5802>

Uysal Bayar, F., Çınar, O., (2020).Kültür koşullarında yetiştirilen farklı *origanum* spp. türlerinin bazı verim ve kalite parametreleri. *Derim Dergisi* 2020,37(1):10-17. DOI : 10.16882/derim.2020.605

Venkateshappa, Sm, &Sreenath, K. P., (2013). Lamiaceae'nin Potansiyel şifalı Bitkileri. *Amerikan Uluslararası Resmi, Uygulamalı Ve Doğa Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (3): 82-87.

Venkateshappa, Sm, & Sreenath, K. P., (2013a). Bazı Lamiaceae-Karşılaştırmalı Anatomik Çalışma Türleri. *IndoAmericanJournal Of PharmaceuticalResearch*, 3(11): 9249-9256.

Yılmaz, G., Taşgın, S., Kınay, A., (2013). Yazlık Ve Kışık Yetiştirilen Meryemana Dikeni (*Silybum Marianum*) Bitkisinde Farklı Ekim Sıklıklarının Verim Ve Verim Özelliklerine Etkileri. *Türkiye 10 Tarla Bitkileri Kongresi*. 10-13.09.2013 Konya

## BÖLÜM IV

### **Zeytin Yetiştiriciliğinde Ana Zararlı olan Zeytin sineğinin (*Bactrocera oleae* Gmel.) (Diptera: Tephritidae) Tanımı, Biyolojisi, Zarar Şekli ve Uygulanan Mücadele Yöntemleri**

**Murat HELVACI<sup>1</sup>**

#### **Giriş**

Zeytin ağacı (*Olea europaea* L.) Oleaceae familyasının bir üyesi olup, Mezopotamya (Güneydoğu Anadolu dahil) kökenli olduğu bildirilmektedir (Sakar ve Ünver, 2016). Günümüzde zeytin ve zeytinyağı üretimi Akdeniz mutfağının önemli bir unsurudur (Delgado-Pertinez ve ark., 2000; Owen ve ark., 2000; Ercişli ve ark., 2011). Zeytin meyvelerinin geleneksel olarak insan sağlığı için faydalı olduğu bilinmektedir ve yağlık ya da sofralık olarak tüketilmektedir (Medeiros, 2001). *Olea europaea* L., önemli bir sosyoekonomik ve ekolojik öneme sahip olduğu için Akdeniz'in en eski ve kalıcı meyve türlerinden biridir (Caselli ve Petacchi, 2021).

---

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr. Murat Helvacı, Lefke Avrupa Üniversitesi



Dünyadaki zeytin ağaçlarının %98'i Akdeniz bölgesinde yer almaktadır (Öztürk ve ark., 2009). Tarihsel olarak Kıbrıs ve Girit adaları zeytinin kökeni olarak bilinmektedir (Tozlu, 2007). Zeytin ağaçları hem zararlı hem de faydalı birçok farklı böceğe ev sahipliği yapmaktadır. Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* Gmel.) (Diptera; Tephritidae) zeytin meyvesinin ana zararlısı konumundadır ve yeterince kontrol edilmezse, yağlık zeytin üretimi yapan bölgelerde %80'e ve sofralık zeytin çeşitleri yetiştiren bölgelerde %100'e varan ürün kayıplarına neden olabilir (Helvacı ve ark., 2018). Ergin dişinin meyve içerisine yumurta bırakması ve larvanın meyve içerisinde gelişmesi, zeytin meyvesi mezokarpını yemesi; zeytin üretimini azaltır, meyve dökülmesine neden olur, zeytinin kimyasal özelliklerini önemli ölçüde değiştirir ve organoleptik niteliklerini azaltır (Pertinez ve Martinez, 2020). Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* Gmel.) (Diptera, Tephritidae) (eski adı: *Dacus oleae*) zeytin ağaçları (*Olea europaea*, Oleaceae) ile ilişkili fitofag bir böcektir. Zeytin meyvelerinde monofag olarak beslenen larvalarıyla, zeytin yetiştiriciliğinin en ciddi zararlısı olarak kabul edilir ve büyük ekonomik kayıplara neden olur (von Gleich ve Schröder, 2020). Zeytin sineği, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), ilk kez 1998 yılında Güney Kaliforniya'da tespit edilmiştir. *Bactrocera oleae*, muhtemelen yabancı zeytinin yaygın olduğu ve zeytinin kültür formunun 5.000 yıl önce türetildiği Afrika'da ortaya çıkmıştır. Moleküler analizler, sineğin zeytin yetiştiriciliğini takip ettiğini, Afrika'dan Kuzey Afrika ve Akdeniz Havzası'na yani kuzeye doğru ilk yayılımını gerçekleştirdiğini ve ardından Avrupa ve nihayetinde Kuzey Amerika'ya yani batıya doğru genişlediğini göstermektedir. Popülasyon yapısı ve genetik analizler, Kaliforniya'daki Zeytin sineğinin kökeninin büyük olasılıkla Kıbrıs, İsrail ve Türkiye'nin komşu kıyılarını kapsayan bölgeden geldiğini göstermektedir (Wang ve ark., 2022). Zeytin sineği en iyi daha nemli iklimlerde hayatta kalır. Ayrıca, kuru bölgelerde yetişen zeytin ağaçlarındaki meyveleri de istila ederler. Zeytin sineği en iyi serin kıyı iklimlerinde hayatta kalır, ancak sıcak ve kuru bölgelerde de bulunur. Böcek gelişimi için optimum sıcaklık 20 ile 30 °C arasındadır. Uygulamada, ilaçlama

işlemi sırasında hava sıcaklığı 12 ila 28 °C arasında olmalı ve rüzgar hızı 28,8 km/saatten az olmalıdır. Yüksek rüzgar hızı böcek uçuşlarını engeller. *B. oleae* için mücadele yöntemleri sık sık insektisit kullanımına dayanmaktadır. En yaygın olarak ergin sinekleri çeken ve öldüren bir insektisit yeminin bulunduğu tuzaklar kullanılmaktadır.

*B. oleae*'nın popülasyonunu azaltmak için kullanılan diğer yöntemler arasında cezbetme ve öldürme tuzakları, yetişkinlerin yumurtlamasını azaltmak için partikül film spreyleri (kaolin kili) ve kışı geçiren meyvelerin sanitasyonu sayılabilir (Wilson et al., 2022), Her ne kadar bu teknikler büyük üretim alanlarında kolayca uygulanamasa da, ürün üzerindeki kaolin kalıntıları ürünün değerini düşürebilir. Kısırlaştırma tekniği kullanma olasılığı önerilen bir mücadele yöntemidir ancak dünyanın çeşitli bölgelerinde milyonlarca *B. oleae* bireyinin yapay bir besi ortamında ekonomik olarak yetiştirilememesi nedeniyle geliştirilememiştir (Wang ve ark., 2022). Bu çalışmada, zeytin yetiştiriciliğinde ana zararlı konumunda olan Zeytin sineğine karşı kullanılan mücadele yöntemleri yanında biyolojisi ve zarar şeklinden bahsedilecektir.

## **Tanımı**

Zeytin sineği Akdeniz meyve sineği gibi Diptera takımından Tephritidae familyasına ait bir böcek türüdür. Tephritidae familyası, dünyanın en önemli tarım zararlılarından bazıları da dahil olmak üzere yaklaşık 4.500 bilinen tür içermektedir. Tephritid alt familyaları ve familyaları arasındaki ilişkiler halen geliştirilmekte ve iyileştirilmektedir. Zeytin sineği, öncelikle Afrotropikal, Avustralasya ve Doğu türlerini içeren geniş Dacinae alt familyasında ve Dacini ailesinde yer almaktadır. Dacinae içinde, *Bactrocera*, *Dacus* ve *Ceratitis* cinslerindeki türler de dahil olmak üzere, meyve ve sebzelere en çok zarar veren meyve sineği zararlılarından bazıları yer almaktadır. *Bactrocera* cinsi içinde, daha iyi bilinen meyve sineği zararlı türlerinden bazıları, büyük ölçüde *Bactrocera dorsalis* kompleksine aittir. Zeytin sineği ve ilgili Afrotropikal *Bactrocera*, *B. dorsalis* kompleksi ile yakından ilişkili iken, *B. oleae*, *B. dorsalis*

kompleksinin bir üyesi değildir. Afrotropikal grup içinde, Zeytin sineği önemli bir meyve sineği zararlısı olarak kabul görmektedir. Bununla birlikte, Afrotropikal *Ceratitis* ve *Dacus* cinslerindeki daha çok sayıdaki yerli zararlı türlerine kıyasla, Afrotropikal *Bactrocera* türleri arasındaki taksonomik veya moleküler ilişkiler üzerine daha az çalışma bulunmaktadır (Daane ve ark., 2010). Zeytin sineğinin yumurta büyüklüğü yaklaşık 0.74 mm uzunluğunda ve 0.21 mm genişliğindedir ve tephritid meyve sineklerinin yumurtaları uzun ve ortası biraz kıvrık şekildedir. Ergin dişi yumurtalarını meyve içerisine yeni bıraktığında yumurtalar opak beyaz kremsi bir renkte görünürler (Genç, 2014). *B. oleae* larvaları küçüktür. Yaklaşık 5-6 mm uzunluğunda ve 1.5 mm genişliğinde, uzun ve her iki uçta hafifçe koniktir. Larva konik ve dar bir ön kısma sahiptir ve 3 evrede gelişir. Bu 3 dönem sefalofaringeal yapılarıyla ayırt edilebilir. İlk dönem metapnöstiktir ve bir çift arka stigma ile donatılmıştır. İkinci ve üçüncü dönem, ön stigmaların alabileceği farklı şekillerle ayırt edilebilir. Pupa 3.5-4.5 mm uzunluğundadır ve kremsi beyazdan sarı-kahverengi renge kadar değişir. Renkteki bu değişim pupanın yaşını belirlemeye yardımcı olabilir. Zeytin sineği ergini 4 -5 mm uzunluğundadır. Kanatların tepesinde küçük bir koyu leke ve dar, uzun bir anal hücre bulunur. Bileşik gözler büyüktür ve mor-yeşil ya da mavimsi-yeşil renktedir. Mezonotum mavimsi gridir ve üzerinde 3 adet siyah uzunlamasına çizgi bulunur (Şekil 1 ve 2). Bu desen popülasyonun bulunduğu yere göre değişebilir. Karın bölgesi açık kahverengidir ve değişken renklere sahiptir. Genellikle birinci ila dördüncü tergitin laterallerinde bir çift siyah bant bulunur. Eşeyssel dimorfizm gösteren bu türün dişileri erkeklerden daha büyüktür ve belirgin bir ovipozitörleri vardır (Ramires, 2020). Zarar şekli kısmında da bahsedileceği gibi Zeytin sineği ergin dişileri zararını ovipozitörünü (yumurta bırakma organı) kullanarak yapmaktadır. Ergin erkeklerin çiftleşme dışında zeytin yetiştiriciliğinde herhangi bir zararı bulunmamaktadır (Şekil 1 ve 2).

## Yaşam Döngüsü (Biyolojisi)

Zeytin sineği tam başkalaşım (holometabola) denilen yaşam döngüsüne sahiptir. Yaşam döngüsünde yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere 4 evre bulunmaktadır. Kışlayan sinekler Mayıs ayının ikinci yarısında ve Haziran başında aktif hale gelir. Zeytin meyveleri yumurta bırakmaya uygun büyüklüğe ulaştığında, sinekler onlara saldırır. Herbir ergin dişi ömrü boyunca 200 ila 250 yumurta bırakır.

Yaz aylarında yumurtalar birkaç gün içinde açılır ve larvalar meyve dokularıyla beslenir. Gelişimlerini tamamlamak için 18 ila 20 gün içinde üç larva evresinden geçerler. Tamamen yetişkin hale gelen larvalar toprakta 2 ila 8 cm derinlikte pupa olurlar, ancak yaz aylarında bazen meyvelerde pupa olurlar. Erginler yazın pupa olduktan yaklaşık 8 ila 10 gün sonra ortaya çıkar ve yaşam döngüsü tekrarlanır. Yaz aylarında bir neslin süresi 30 ila 35 gündür. Sezon başında, meyvelerin küçüklüğü ve sertliği zararı engellemekte, ancak meyveler büyüdükçe ve yaz başında çevresel koşullar elverişli hale geldikçe, meyve zararı nispeten yüksek olmaktadır. Yaz aylarının sıcak aylarında larvaların yaptığı zarar hızla azalırken, ergin sineklerin zararı en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Her iki aşamada da meydana gelen zarar sezon sonuna doğru dengelenir (Sharaf, 1980). Zeytin sineğinin yaşam döngüsü mevsimsel büyüme ve zeytin meyvesi üretimi ile senkronizedir. Yıllık popülasyonlar ilkbaharda Mart, Nisan ve Mayıs aylarında, kışı geçiren pupalardan ve bir önceki yılda ağaçta kalan meyvelerde gelişen böceklerden kaynaklanan birçok erginin varlığıyla başlamaktadır. Zeytin sinekleri güçlü uçuculardır ve yaklaşık 2 saatte 2 km'ye kadar yayılabilirler. Yetişkinler meyve bahçesindeki suya ilgi duyarlar ve Zeytin Kara koşnilinin zeytin ağacında beslenmesi ile ortaya çıkan tatlı özsuyu gibi mevcut yiyeceklerle beslenirler (Yokoyama, 2015). Dişiler ve erkekler öğleden sonra çiftleşirler. Dişiler 6 günlük olduklarında yumurta bırakmaya başlarlar. Yaşlı dişiler maksimum yumurta sayısını 13-37 gün içinde bırakır ve yumurtlamanın sonu 90 günlükken gerçekleşir (Yokoyama 2012). Dişiler yumurtalarını meyve yüzeyinin yaklaşık 1 mm. altına bırakarak nekrotik

kahverengi doku ile bir çöküntü oluştururlar. Erginler, 26<sup>0</sup>C ve %63 nem gibi serin ve nemli koşullar altında, yiyecek ve su ile 203 gün hayatta kalabilmektedirler, ancak yiyecek ve sudan yoksun bırakıldıklarında sadece 10 gün hayatta kalabilirler. Çiftleşmiş olan dişiler yıl boyunca belli bir seviyede bulunurlar; yumurtalıklarında ortalama yedi yumurta bulunur ve 200 ila 500 veya daha fazla yumurta bırakabilirler (Yokoyama, 2015). Zeytin sineği larvaları zeytin meyvesindeki yumurtalardan 1-5 gün içinde çıkar. Larvalar meyve özü ile beslenir ve vücut uzunluğu veya mandibular stiletlerin şekli ve rengi ile kolayca ayrılabilen üç instara sahiptir. Larvalar orta derecedeki sıcaklıklarda (26<sup>0</sup>C) 2 hafta içinde pupa evresine kadar gelişimini tamamlayabilir. Düşük sıcaklıklarda gelişim daha yavaştır. Pupa meyvede oluşabilir veya larvalar toprakta pupa olmak için meyveyi terk edebilirler (Yokoyama, 2015). Olgun üçüncü dönem larvaları düz yüzeylerde 24 m. kadar hareket edebilir. Olgun larvalar toprağa girdikten sonra olumsuz yüksek sıcaklıklara karşı hassastır (Yokoyama 2012) ve düşük toprak nemi ile toprağın kurumasından dolayı ölümler meydana gelir (Orsini et al. 2007). Karık sulama gibi sulams yöntemlerinden dolayı 4 gün içerisinde pupa ölümleri görülmektedir (Yokoyama and Miller 2007). Pupaların yetişkin hale gelmesi için 14<sup>0</sup>C'de 46 güne, 21<sup>0</sup>C'de 19 güne ve 26<sup>0</sup>C'de 12 güne gereksinimleri vardır (Yokoyama 2012). Erginler topraktaki pupa durumundan çıktıklarında soluk renklidirler ve 51 cm derinlikten kum yüzeyine tırmanabilir, 13 m yürüyebilir ve yaklaşık 3 saat sonra uçabilirler. Zeytin sineği erginleri en çok Eylül, Ekim ve Kasım aylarının başlarında yüksek popülasyonda bulunurlar. Zeytin sineğinin yılda birden fazla nesli (en az dört) bulunmaktadır (Burrack et al. 2011). Yumurtadan ergine kadar olan yaşam döngüsü 21-26<sup>0</sup>C'lik ılıman sıcaklıklar altında minimum 26 günde tamamlanabilir. Tüm yaşam evreleri, özellikle yumurtlama ve larva gelişimi için meyve mevcutsa, kış boyunca bulunabilir. Zeytin sineği erginleri 5<sup>0</sup>C'den 40<sup>0</sup>C'ye kadar olan sıcaklık aralıklarında hayatta kalabilir (Yokoyama, 2015). Zeytin sineğinin gelişimi ve ortaya çıkacak olan yeni nesil sayısı sıcaklığa,

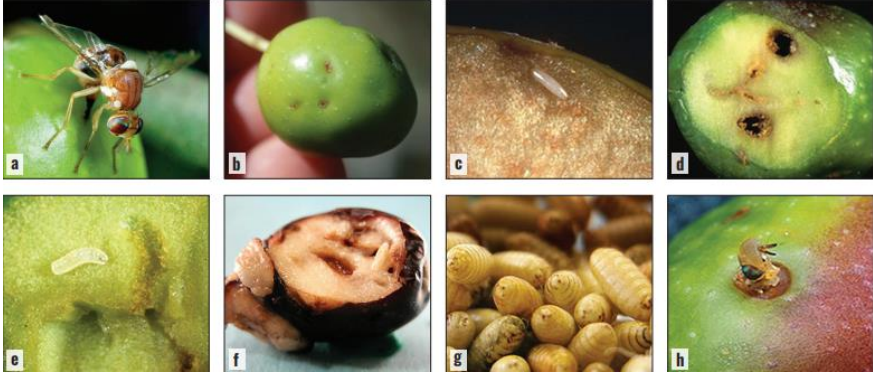
neme, zeytin meyvesinin bulunabilirliğine ve meyvenin kalitesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

## Zarar Şekli

Zeytin ağaçları hem zararlı hem de faydalı birçok farklı böceğe ev sahipliği yapabilir. Zeytin meyve sineği (*Bactrocera oleae* Gmel.) (Diptera; Tephritidae) zeytin meyvesinin önemli bir zararlısıdır ve yeterince kontrol edilmezse, yağlık zeytin yetiştiriciliği yapılan bölgelerde %80'e ve sofralık zeytin çeşitleri yetiştirilen bölgelerde %100'e varan geniş ürün kayıplarına neden olabilir (Helvacı et al., 2018).

Zeytin sineği zararının zamanlaması ve şiddeti, zeytin çeşidinin çeşitliliği, hasat tarihi, mikrofloranın varlığı ve depolama süresinin uzunluğu dahil olmak üzere *B. oleae*'nin zeytinyağı üzerindeki etki düzeyini etkileyebilecek çeşitli faktörler vardır (Pereira, 2004; Torres-Villa, 2003). Dişiler tipik olarak zeytin başına tek bir yumurta bırakır ve bu yumurtalar dişinin ovipozitoru aracılığıyla meyveye içerisine bırakılır (Ant et al., 2012). Ergin dişiler zeytini ovipozitörü aracılığı ile deler ve yumurtalarını ekzokarpın altına bırakır. Yumurtadan çıkan larvalar zeytinin meyve etini aşamalı olarak tüketerek doku kaybına, erken meyve dökülmesine ve yağ veriminin azalmasına neden olur (Şekil 3). Ayrıca, sinek zararı zeytinyağının asitlik ve peroksit değerini, küflü ve topraksı tatları artırarak yağ kalitesini büyük ölçüde düşürür. Dolaylı etkiler esas olarak beslenme tünellerinde nekrotik alanların ve mikroorganizmaların varlığından kaynaklanmaktadır (Grasso et al., 2017). Zeytin sineği zararı ile ilgili olarak önemli bir diğer husus da zeytin çeşididir. Bazı çalışmalarda dişi *B. oleae*'nin belirli zeytin çeşitlerine yönelik güçlü bir yumurtlama tercihi sergilediği bulunmuştur. Larvaların tercih edilen çeşitlerde daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, çeşitli çalışmalar farklı zeytin çeşitlerinin *B. oleae*'ye karşı duyarlılıklarının farklı olduğunu göstermiştir. Duyarlılıktaki bu farklılıklar, meyve büyüklüğü, ağırlığı, rengi, meyve epikarp sertliği, alifatik mumlar, ürünün fenolojik durumu ve kimyasal faktörler gibi rol oynayan bazı

faktörlere bağılı olabilir. Bu faktörlerin kendileri de çevre ve genetikten etkilenmektedir (Ramires, 2020). *B. oleae* erginlerinin kış ve bahar aylarındaki düşük sıcaklıklı, besin kısıtlı koşullara başarılı bir şekilde uyum sağlaması, birkaç içsel faktörden kaynaklanmaktadır. Bunlar arasında sıcaklık dalgalanmaları altındaki esneklikleri, uzun ömürlü olmalarını sağlayan üreme diyapozunun varlığı (Torres-Villa ve ark., 2006; Koveos, 2001) ve çeşitli ağaç türlerinin yanı sıra çevrede bulunan nektar ve diğer sıvılarla yaşama ve beslenme yetenekleri sayılabilir (Athar, 2005). Bu faktörler, popülasyonların zaman içindeki istikrarının dış etkenlere karşı daha dirençli olmasını sağlar. *B. oleae*'nin termal eşikleri 5 °C ile 35 °C arasındadır, ancak 10 °C'nin altındaki veya 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yetişkin aktivitesinde bir zayıflama görülür (Pertinez ve Velez, 2020). Ülkemizde (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti) en yaygın olarak yetiştirilen ‘‘Gemlik’’ ve ‘Kıbrıs Yerli’’ çeşitleri arasında özellikle Gemlik çeşidi üzerinde yaptığı zarar daha çok olmakta, bu nedeni ise Gemlik çeşidinin hasat döneminin Zeytin sineği zararlısının en aktif olduğu döneme denk gelmesidir. Bu nedenle, zeytin yetiştiriciliğinde çeşit seçimi de büyük önem arz etmektedir.



Şekil 3. *Bactrocera oleae*'nin yaşam döngüsü ve zeytine verdiği zarar: (a) ergin dişi sinek; (b) yumurta bırakma organı; (c) yumurta; (d) beslenme tüneli; (e) genç larva; (f) olgun larva; (g) pupa; ve (h) meyveden çıkan ergin (Foto: Wang ve ark., 2022)

## **Mücadele Yöntemleri**

### **Kimyasal Mücadele**

Kırk yılı aşkın bir süredir, bu zararlıyı kontrol etmek için kullanılan ana yöntem, başta organofosfatlar olmak üzere geleneksel pestisitlerin kullanımı olmuştur (Torrini ve ark., 2017). *B. oleae*'nin kontrolü neredeyse sadece insektisitlere, özellikle de organofosfatlara (OP'ler) dayanmaktadır. Organofosfatlarla yerden yapılan besin spreyleri, yüksek oranda böcek ölümlerini hızlı bir şekilde tetikleme yeteneğine sahiptir ve böceğin çok zararlı olduğu durumlarda en yaygın ve etkili mücadele şeklidir. Dimethoate, ergin Zeytin sineği popülasyonlarını kontrol etmek için besin-pestisit sprelerinde kullanılan bir OP'dir (Pontikakos ve ark., 2012). Son birkaç yılda kontrol için Piretroidlerin kullanımında bir artış olmuştur ve son zamanlarda daha az aktif içerikle daha fazla etkinlik sağlamak için Spinosad besin spreğine dahil edilmiştir (Daane ve Johson, 2010). Bunun yanında son yıllarda, Delthamethrin ve Lambda-cyhalothrin etken maddeli insektisitler Zeytin sineğine karşı kullanılmaktadır.

### **Kültürel Mücadele**

Zeytin sineği ile mücadele yöntemlerinden biri olan kültürel mücadelede farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bazı Zeytin sinekleri kışı ergin olarak geçirir de, birçok Zeytin sineği kışı toprakta pupa olarak geçirir. Pupalarda en fazla 4 inç derinlikte bulunur ve çoğu toprak yüzeyine daha yakındır. Butte County'de yapılan bir yıllık bir çalışmada, ilkbahar ve yaz sonu uçuşlarından önce yapılan yetiştiriciliğin, orta derecede zararın tespit edildiği bir bahçede Zeytin sineğinin meyve içerisine yumurta bırakma oranını %75 oranında azalttığını göstermiştir. Yaz sonu yapılan arazi sürümü gereksiz olabilmektedir. Umut verici olmasına rağmen, bu yaklaşımın etkinliğini doğrulamak için ek çalışmalara ihtiyaç vardır (Johnson ve ark., 2006).

Suyun mevcudiyeti, özellikle yılın sıcak dönemlerinde Zeytin sineği erginlerinin hayatta kalmasını sağlar. Bu nedenle, sulama sistemlerinin sızıntı yapmaması gerekir,



çünkü bu durum meyve bahçelerinde su birikintilerine neden olmakta ve erginlere bol miktarda su sağlamaktadır. Hasat zamanının, bahçede çok yüksek ergin popülasyonları oluşmadan önce meyvelerin çoğunun hasat edilecek şekilde ayarlanması, zararın önlenmesine yardımcı olur. Hasattan sonra temizlik önemli bir husustur. Ağaçlarda kalan her meyve zarara açıktır ve potansiyel olarak bir sonraki yılın ürününe kadar zararlı nesillerini sürdürebilir. Bu temel kültürel mücadele yöntemleri, ticari anlamda yetiştiricilik yapılan zeytin bahçelerinde zararlı sayısını ve meyve zararını azaltmaya yardımcı olur (Yokoyama, 2015).

### **Biyoteknik Mücadele**

Zeytin sineğine karşı kullanılan diğer bir mücadele yöntemlerinden biri de biyoteknik mücadele yöntemidir. Genellikle bu mücadele yöntemi zeytin bahçesi içerisindeki popülasyonu belirlemek için kullanılmaktadır. Bu mücadele yönteminde yapışkan tuzaklar, ışık tuzakları, delta tuzaklar ve McPhail tuzakları gibi birçok farklı tuzak kullanılmaktadır. Zeytin sineğinde meyvelerin torbalanması, zararlı meyvelerin toplanması ve en çok kullanılan kitlesel tuzaklama olmak üzere farklı biyoteknik mücadele yöntemleri bulunmaktadır (Ramires, 2020). Zeytin sineği, sarı renge oldukça ilgi duyar ve bu renk, popülasyon takibi ve kitlesel yakalama için kullanılan çeşitli yapışkan ve McPhail tuzaklarının tasarımına dahil edilmiştir. Ancak, sarı tuzaklarda yakalanan yüksek sayıdaki faydalı böcekler nedeni ile, bazı bölgelerde bu taktiğin terk edilmesine yol açmıştır. Kırmızı renkli yapışkan tuzakların kullanımı, %2 amonyum sülfatla yemlenen McPhail tuzaklarıyla karşılaştırıldığında ergin dişileri yakalamada oldukça etkili olmuştur. Erkek ve dişi *B. oleae* tarafından üretilen seks feromonunun keşfi ve sentezi, amonyum bikarbonat gibi diğer yemlerle birleştirildiğinde ergin yakalama verimliliğini büyük ölçüde artırmıştır.

Feromon, uzun menzilli erkek cinsiyet cezbedicisi, toplanma feromonu, yakalayıcı ve afrodizyak olarak işlev gören dört bileşenin bir karışımıdır (Daane ve Johnson, 2010). Kitlesel yakalamada,

Zeytin sineğini cezbetmek için kromatik, feromonal veya besleyici olabilen bir tür uyarıcı olmalıdır. Feromon tuzaklar için *B. oleae*'nin eşeyssel feromonu - spiroacetal kullanılır. Zeytin sineği için monyum bikarbonat tuzu, dacona, *Dacus* yemi, amonyum karbonat tuzu, modifiye hekzanodiol ve amonyum sülfat tuzu gibi besin çekici tuzaklar kullanılabilir. Bazı çalışmalarda SIT (kısırlaştırma tekniği), MAT (erkek yok etme tekniği) ve RNA interferans (mRNA'ların sekansa özgü olarak bozulmasıyla sonuçlanan bir gen düzenleme mekanizması ve hücrelerde antiviral bir savunma sistemi) kullanılarak diğer biyoteknik yöntemler denenmektedir, ancak bunların hiçbiri *Bactrocera oleae*'ye özgü değildir ve bu zararlı yerine diğer meyve sineklerine karşı kullanılmaktadır (Ramires, 2020). Ön çalışmalar sırasında zarar görmüş zeytinlerden, ergin sineklerden ve potansiyel beslenme alanlarından 400'den fazla maya izole edilmiştir. Bu mayalardan 130'dan fazla böcek ile ilişkili suş, *B. oleae*'yi torula maya peleti kadar veya daha iyi çekme konusunda umut vaat etmiştir. Hidrolize torula mayası ve borik asitten oluşan yem peletleri 1971 yılında *Anastrepha suspensa*'nın izlenmesi için geliştirilmiştir. Bu pelet yem artık *B. oleae* da dahil olmak üzere birçok tephritid'in popülasyon takibi ve/veya kontrolü için kullanılmaktadır.(Vitanovic ve ark., 2020). Deltametrin içeren bir cezbet ve öldür tuzağı olan Eco-Trap (Vioryl), 2001-2002 yıllarında izole bir bölgede Zeytin sineği kontrolü için kullanılmıştır. Yem istasyonu olarak kullanılan cezbet ve öldür tuzakları Zeytin sineği kontrolü için umut vaat etmiştir. Bu tür cihazlar zararlıyı toksik madde içeren cihaza çektiği için zeytin bahçelerinde besin spreyi uygulamalarının miktarını azaltabilir. Cezbedici besin istasyonlarının maksimum etkinlik için daha fazla iyileştirilmesi gerekmektedir. Magnet OLI adında tescilli bir cezbet ve öldür tuzağı günümüzde kullanılmaktadır. Önerilen diğer mücadele yöntemleri arasında Kaolin kili uygulaması ve şişelerden yapılan OLİPE tuzaklarla kitlesel yakalama yer almaktadır. (Yokoyama, 2015).



*Şekil 4. Zeytin bahçesinde Zeytin sineği popülasyonunu belirlemek için kullanılan sarı yapışkan tuzaklar (Foto: Murat Helvacı, Doktora Tezi, 2018)*

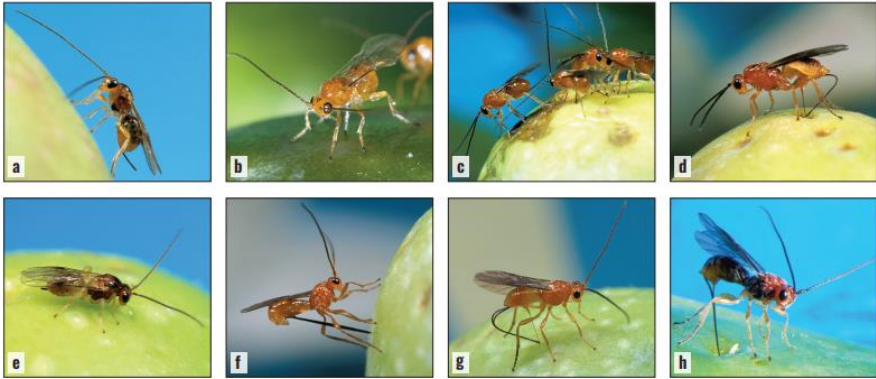
## **Biyolojik Mücadele**

Günümüzde konvansiyonel tarımda kısa sürede olumlu sonuç vermesinden ötürü Zeytin sineği ve hastalık etmeni (patojen) ile diğer zararlı böceklerle karşı pestisitler kullanılmaktadır. Fakat, pestisitlerin çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı biyolojik mücadele gibi etkili ve kesin sonuç alınabilen mücadele yöntemlerine dönülmeye başlanmıştır. İnsektisit kullanımını azaltmak için alternatif ve çevre dostu bitki koruma yöntemleri sürekli olarak geliştirilmektedir (Daane ve Johnson, 2010). Biyolojik mücadele yönteminde predatör, parazitoid ve entomopatojen olmak üzere 3 farklı biyolojik mücadele ajanı kullanılmaktadır. Zeytin

sineği ile biyolojik m¼cadelede parazitoid ve entomopatojen gibi biyolojik m¼cadele etmenleri ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Steinernema ve Heterorhabditis cinsi entomopatojenik nematodlar (EPN'ler) gibi entomopatojenik organizmaların kullanımı, toprakta ve birçok habitatta yaşam evreleri olan çok çeşitli b¼cek zararlıları için umut verici biyolojik m¼cadele ajanları olarak kabul edilmektedir. Tephritidae familyasına ait birçok meyve sineğinin üç¼nc¼ dönem larva ve pupalarının EPN'lere karşı duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Torrini ve ark., 2017). Son yıllarda Zeytin sineğine karşı kullanılan ve etkili olabilen parazitoid biyolojik m¼cadele etmenleri ile ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacılar, Kenya, Namibya ve Güney Afrika ile Zeytin sineği pop¼lasyonlarının bulunduğu bazı komşu b¼lgeler (Kanarya Adaları, Fas, Réunion Adası ve Tunus) ve güneybatı Asya'nın bazı b¼lgelerinde Zeytin sineği parazitoidleri için büyük ve modern bir araştırma gerçekteştirdiler (Bon et al., 2015).

Afrika'nın bazı b¼lgelerinde yabani zeytinlerden dört brakonid tür¼ toplanmış (*B. celer*, *P. humilis*, *P. lounsburyi* ve *U. africanus*); *P. humilis* Namibya'nın sıcak yarı kurak b¼lgelerinde, *P. lounsburyi* Kenya'nın daha tropikal b¼lgelerinde ve *U. africanus* Güney Afrika'nın Akdeniz iklimlerinde baskın çıkmıştır. Ortalama parazitlenme seviyeleri Kenya, Namibya ve Güney Afrika'da %30.1, 41.9 ve 21.6 olarak tespit edilmiştir. Birlikte adapte olan bu parazitoidler, Güney Afrika gibi doğal yayılış alanlarında düşük zarar oranının (genellikle <%15) korunmasına katkıda bulunmuşlardır. *Psytalia concolor* ise Kanarya Adaları, Fas veya Tunus'ta bulunan tek türken, *Diachasmimorpha nr. fullawayi* Réunion adasından toplanan tek tür olarak tespit edilmiştir (Wang et al., 2021). Buna ek olarak, *Psytalia ponerophaga*'nın Zeytin sineği pop¼lasyonunun az olduğu Pakistan'da etkili bir *B. oleae* parazitoidi olduğu ve Punjab Eyaleti'nde %60'a varan parazitlenme oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Bon et al., 2015). *Psytalia humilis* morfolojik olarak *P. concolor* ile aynıdır, ancak daha sonra yapılan bir çalışma ile daha önceki bazı yayınlarda *P. cf. concolor* veya *P. concolor* olarak anılmalarına rağmen, tüm Afrika pop¼lasyonlarının

*P. humilis* olarak kabul edildiğini göstermektedir (örneğin, Rehman ve ark., 2009; Rugman-Jones ve ark., 2009). Beş ana parazitoidin tümü (*B. celer*, *P. humilis*, *P. lounsburyi*, *P. ponerophaga* ve *U. africanus*; Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley, karantina tesisinde ithal edilmiş ve değerlendirilmiştir (Daane et al., 2011). Ayrıca Hawaii Üniversitesi'nden Dr. Russell Messing tarafından diğer üç tephritid meyve sineği parazitoidi, *Fopius arisanus*, *Diachasmimorpha kraussii* ve *Diachasmimorpha longicaudata*'nın da Zeytin sineği ile biyolojik mücadelede olumlu sonuç verip vermediği değerlendirilmiştir. *Fopius arisanus*, zararlı yumurtalarına kendi yumurtasını bırakan tek parazitoidtir. Diğer parazitoidler ise larva parazitoidleridir ve tüm türler zararlı pupalarından ergin olarak çıkmaktadır. Karantina koşulları altında, *D. longicaudata*'nın en etkili olduğu düşünülmektedir. Bu parazitoid, Asya'dan Hawaii'ye ve aynı zamanda diğer birçok bölgede Zeytin sineğinin biyolojik kontrolü için getirilen ve kullanılan bir parazitoid olmaktadır (Wang ve ark., 2022) (Şekil 5).



Şekil 5. Zeytin sineği ile biyolojik mücadelede kullanılan parazitoidler: (a) *Psyttalia lounsburyi*; (b) *P. humilis*; (c) *P. ponerophaga*; (d) *Bracon celer*; and (e) *Utetes africanus*, (f) *Diachasmimorpha longicaudata*; (g) *D. kraussii* ve (h) *Fopius arisanus* (Foto: Wang ve ark., 2022)

## Kısırlaştırma Tekniği

Kısırlaştırma tekniği (SIT), çok sayıda kısırlaştırılmış böceğin salınmasına dayanan evre dostu ve tre özgü bir zararlı kontrol yöntemidir (Ant ve ark., 2012). Böcekleri kısırlaştırma fikri, günümüzde kullanılan insektisitlerin icadından ve kullanımından daha eskiye dayanmaktadır. Kısırlaştırma ilk olarak 1916 yılında *Lasioderma serricornis* F. (Tütün böceği) zerinde denenmiş ve böcek steril yumurtalar üretmiştir. Böcek sterilizasyonunun başlıca iki kaynağı vardır. Birincisi radyasyon, ikincisi ise kemosterilant adı verilen bazı kimyasal maddelerdir. Kobalt-60 ve Sezyum-137 bu amaçla kullanılan en yaygın kaynaklardır. Radyasyon, böceklerin gametlerinde baskın ölümcül mutasyonlar üretir. Bu ldrc mutasyonlar aslında eşey hücrelerinin olgunlaşmasını ya da zigot oluşumunu olumsuz etkilemez, sadece zigotun olgunlaşmasını engeller (Helvacı, M. 2022). Bu teknik, zararlının özel alanlarda toplu olarak yetiştirilmesi, kısırlığı tetiklemek için pupaların veya erginlerin iyonlaştırıcı radyasyona maruz bırakılması ve hedef bölgeye salınmasından oluşmaktadır. Erkek ve dişilerin kısırlaştırılması iyonlaştırıcı radyasyonla, özellikle de yüksek enerji ve penetrasyon gücüne sahip gama veya X işınları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Işınlama spermde ölümcül mutasyonları tetikler ve oositin döllenmesini takiben gelişmekte olan embriyonun ölümüne neden olmaktadır (Lanouette ve ark., 2017). Kısır olmayan ve kısır erkekler arasındaki çiftleşme rekabeti, verimli iftleşmelerin sayısında ve genel popülasyon oranında bir azalmaya neden olur. SIT, Tephritidae familyasına ait olan zararlılar dahil olmak üzere çeşitli zararlı böcek türlerine karşı başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Bununla birlikte, radyasyonla sterilize edilmiş sinekler kullanılarak Zeytin sineği SIT programı geliştirmeyi amaçlayan onlarca yıllık araştırmaya rağmen, sürekli olarak kötü sonuçlar alınması, denemelerin sonunda yapılamamasına neden olmuştur. Temel sorunlar arasında radyasyonla sterilize edilmiş sineklerin kalitesinin düşük olması, sınırlı sayıda kısır sinek üretiminin ekonomik olması ve kısır olmayan popülasyonların asortatif (bireylerin, kendileriyle benzer genleri (genotipi) veya fiziksel özellikleri (fenotipi) taşıyan

bireylerle çiftleşmeye olan eğilimleri sonucu oluşan çiftleşme) çiftleşmesi yer alıyordu. Bu sebeplerle, Zeytin sineği üzerinde yapılan önceki SIT denemeleri, değişen çiftleşme ritimleri ve salınan kısır sineklerin düşük rekabet gücü nedeniyle başarısız olmuştur. Günümüzde, Zeytin sineğinin ergin dişi ölümcül suşlarını kullanan yeni bir yaklaşım sunmaktadır. OX3097D-Bol ismi verilen bu suş, zeytin bahçelerinde bulunan ergin dişilerle eşzamanlı çiftleşme aktivitesi sergilemekte, erign dişilerin yeniden çiftleşmesine karşı direnç göstermekte ve ergin Zeytin sinekleriyle cinsel açıdan güçlü bir şekilde rekabet etmektedir (Ant ve ark., 2012).

## **Sonuç**

Zeytin sineği zeytin yetiştiriciliğinde ana zararlı konumundadır. Monafag bir zararlı olan bu böcek sadece zeytinde zarara neden olmaktadır. Bu zararlı ile herhangi bir şekilde mücadele yapılmadığı takdirde %80 hatta %100'lere varan ürün kayıpları yaşanmaktadır. Ergin dişilerin ovipozitörünü kullanarak meyve içerisine yumurtasını bırakması ve larvanın da meyve eti ile beslenmesi nedeni sofralık zeytinlerde ürün kalitesini düşürmekte ve meyve dökümlerine neden olmakta; yağlık zeytin çeşitlerinde ise yağ asitliğini yükselterek yağ kalitesini olumsuz anlamda etkilemektedir. İklim koşulları özellikle de sıcaklık ve nem zararlının yaşam döngüsünü ve zarar oranını etkilemektedir. 20 ile 30 °C arasındaki sıcaklık ergin gelişimi için optimum sıcaklık olmaktadır. Bu zararlı ile mücadelede etkili ve hızlı sonuç veren bir mücadele yöntemi olan kimyasal mücadele yöntemi kullanılmaktadır. Bir organofosfat olan Dimethoate etken maddeli insektisit kullanımı yaygın olmakta, bunun yanında piretroid etken maddeli doğal pestisitler de kullanılmaktadır. Zeytin sineğinin pupa dönemi genellikle toprak altında geçtiği için kış dönemi hasat yapıldıktan sonra toprak sürümü yapmak belirli bir oranda bahçe içerisindeki popülasyonu azaltacaktır. Bunun yanında, kullanılacak tuzaklar ile popülasyon takibi yapmak doğru zamanda ve doğru miktarda insektisit kullanımını sağlayacaktır. Bu mücadele yöntemleri içerisinde etkili ve çevre dostu, insan sağlığına olumsuz

anlamda hiçbir etkisi olmayan biyolojik ve kısırlaştırma tekniği yöntemleri de uygulanmaktadır. Pestisit kullanımını minimuma indirmek be bununla birlikte zararlı ile mücadelede etkili olan alternatif metotlara (biyolojik veya kısırlaştırma tekniği gibi) yönelmek ve Zeytin sineğinin aktif olduğu dönem ile meyvelerin olgunlaşma zamanının aynı döneme denk getirmemek yani doğru çeşit seçimi yapmak Zeytin sineği zararını minimuma indirecek ve kaliteli sofralık ve yağlık çeşit yetiştiriciliği yapılabilir.



## KAYNAKÇA

Ant, T., Koukidou, M., Rempoulakis, P., Gong, H. F., Economopoulos, A., Vontas, J., & Alphey, L. (2012). Control of the olive fruit fly using genetics-enhanced sterile insect technique. *BMC biology*, 10, 1-8.

Athar, M. (2005). Infestation of olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, in California and taxonomy of its host trees. *Agric. Conspectus Sci*, 70 (4), 135–138.

Bon, M., Hoelmer, K. A., Pickett, C. H., Kirk, A., He, Y., Mahmood, R. & K. M. Daane, K. M. (2015). Populations of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) and its parasitoids in Himalayan Asia. *Annals of the Entomological Society of America*, 109: 81–91.

Burrack, H. J., Bingham, R., Price, R., Connell, J. H., Phillips, P. A., L. Wunderlich, L., Vossen, P. M., O'Connell, N. V., Ferguson, L. & F. G. Zalom, F. G. (2011). Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *Calif. Agric*, 65: 14–20.

Caselli, A. & Ruggero, P. (2021). Climate Change and Major Pests of Mediterranean Olive Orchards: Are We Ready to Face the Global Heating? *Insects*, 12(9):802 <https://doi.org/10.3390/insects12090802>.

Daane, K. M. & Johnson, M. W. (2010). Olive fruit fly: Managing an ancient pest in modern times. *Annual Review of Entomology*, 55: 155–169.

Daane, K. M., Johnson, M W., Pickett, C. H., Sime, K. R., Wang, X. G., Nadel, H., Andrews, J. W. & Hoelmer, K. A. (2011). Biological controls investigated to aid management of the olive fruit fly in California. *California Agriculture*, 65: 21–28.

Delgado-Pertinez, M., Gomez-Cabrera, A. & Garrido, A. (2000). Predicting the nutritive value of the olive leaf (*Olea*

*europaea*): digestibility and chemical composition and in vitro studies. *Anim Feed Sci Technol*, 87: 187-201.

Ercişli, S., İpek, A. & Barut, E. (2011). SSR marker-based DNA fingerprinting and cultivar identification of olives (*Olea europaea*). *Biochem Genet*, 49: 555-561.

Genç, H. (2014). Embryonic development of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera: Tephritidae), in vivo. *Turk. J. Zool.*, 38: 598–602.

Grasso, F., Coppola, M., Carbone, F., Baldoni, L., Alagna, F., Perrotta, G., Perez-Pulido, A. J., Garonna, A., Facella, P., Daddiego, L., Lopez, L., Vitiello, A., Rao, R. & Corrado, G. (2017). The transcriptional response to the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) reveals extended differences between tolerant and susceptible olive (*Olea europaea* L.) varieties. *PLoS one*, 12(8), e0183050.

Helvacı, M., Aktaş, M. & Özden, Ö. (2018). Occurrence, damage, and population dynamics of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Gmelin) in the Turkish Republic of Northern Cyprus. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(6), 453-458.

Helvacı, M. (2022). Fruit Industry, Chapter : Insect Pest Management in Fruit Production. Intechopen, Ed. Ibrahim Kahramanoğlu, DOI: 10.5772/intechopen.103084.

Johnson, M. W., Zalom, F. G., Van Steenwyk, R., Vossen, P. A. U. L., Devarenne, A. K., Daane, K. M., Krueger, W. H., Connell, J. H., Yokoyama, V., Bisabri, B., Caprile, J. & Nelson, J. (2006). Olive fruit fly management guidelines for 2006. *University of California Plant Protection Quarterly*, 16(3), 1-7.

Koveos, D. S. (2001). Rapid cold hardening in the olive fruit fly *Bactrocera oleae* under laboratory and field conditions. *Entomol. Exp. Appl*, 101 (3), 257–263.

Lanouette, G., Brodeur, J., Fournier, F., Martel, V., Vreysen, M., Ca'ceres, C. & Firlej, A. (2017). The sterile insect technique for the management of the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*:

Establishing the optimum irradiation dose. *Plos One*, 12(9):e0180821.

Martínez-Pertíñez, Á. & Vélez, P. M. (2020). A *Bactrocera oleae* (Rossi) damage estimation model to anticipate pest control strategies in olive production. *Crop protection*, 137, 105281.

Medeiros, M. D. (2001). *Olive oil and health benefits*. In: Wildman REC, editor. *The Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

Orsini, M. A., Daane, K. M., Sime, K. R., Nelson & E. H. (2007). Mortality of olive fruit fly pupae in California. *Biocontrol Sci Technol*, 17:797–807.

Owen, R.W., Giacosa, A., Hull, W.E., Haubner, R., Würtele, G., Spiegelhalder, B. & Bartsch, H. (2000). Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *Lancet Oncol*, 1: 107-112.

Öztürk, F., Yalçın, M. & Dıraman , H. (2009). Türkiye zeytinyağı ekonomisine genel bir bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4: 35-51.

Pereira, J. A., Alves, M. R., Casal, S. & Oliveira, M. B. P. P. (2004). Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal transmontana. *Ital J Food Sci*, 16(3).

Pontikakos, C. M., Tsiligiridis, T. A., Yialouris, C. P. & Kontodimas, D. C. (2012). Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system. *Computers and electronics in agriculture*, 87, 39-50.

Ramires, I. D. H. (2020). *Olive fly management today: the role of predators* (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa (Portugal)).

Rehman, J. U., Wang, X G., Johnson, M. W., Daane, K. M., Jilan, G., Khan, M. A. & Zalom, F. G. (2009). Effects of *Peganum*

*harmala* (Zygophyllaceae) seed extracts on the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) and its larval parasitoid, *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, 102: 2233–2240.

Rugman-Jones, P. F., Wharton, R., van Noort, T. & Stouthamer, R. (2009). Molecular differentiation of the *Psytalia concolor* (Szepliget) species complex (Hymenoptera: Braconidae) associated with olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae), in Africa. *Biological Control*, 49: 17–26.

Sakar, E. & Ünver, H. (2016). Molecular characterization of ancient olive genotypes from Hatay province in Turkey. *Turk J Agric For*, 40: 795-801.

Sharaf, N. S. (1980). Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel.(Diptera: Tephritidae), and its damage to olive fruits in Tripolitania. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 89 (1-5), 390-400.

Torres-Villa, L. M., Rodríguez-Molina, M. C. & Martínez, J. A. (2003). Efectos del daño de la mosca del olivo y del atroje sobre la microflora en pasta y la acidez del aceite virgen de oliva. *Grasas Aceites*, 54(3):285-294.

Torres-Villa, L.M., Sanchez, A., Ponce, F., Delgado, E., Aza, M.C., Barrena, F. & Rodriguez, F. (2006). Dinamica poblacional de *Bactrocera oleae* Gmelin en Extremadura: fluctuacion estacional en el estado reproductivo y en el tamaño imaginal. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 32, 57–69.

Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C. & Roversi, P. F. (2017). Susceptibility of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae to entomopathogenic nematodes. *Journal of Plant Protection Research*, 57(3).

Tozlu, İ. (2007). Kuzey Kıbrıs'ta zeytin (*Olea europaea* L.) ve yetiştiriciliği. *Alatarım*, 6: 32-38.

Vitanović, E., Lopez, J. M., Aldrich, J. R., Jukić Špika, M., Boundy-Mills, K. & Zalom, F. G. (2020). Yeasts associated with the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi)(Diptera: Tephritidae) lead to new attractants. *Agronomy*, 10(10), 1501.

von Gleich, A. & Schröder, W. (2020). Gene drives at tipping points: precautionary technology assessment and governance of new approaches to genetically modify animal and plant populations (p. 256). Springer Nature.

Wang, X. G., Walton, V. M., Hoelmer, K. A., Pickett, C. H., Kirk, A., Blanchet, A., Straser, R. K. & Daane, K. M. (2021). Exploration for olive fruit fly parasitoids across Africa reveals regional distributions and dominance of closely associated parasitoids. *Scientific Reports*, 11: 6182.

Wang, X., Daane, K. M., Pickett, C. H. & Hoelmer, K. A. (2022). Biological control of olive fruit fly in California. Contributions of Classical Biological Control to the US Food Security, Forestry, and Biodiversity (Van Driesche, RG et al., eds), USDA Forest Service.

Wilson, H., Daane, K. M. & Zalom, F. G. 2022. Arthropod pests of olive. In: Ferguson, L., and D. Flynn. (eds.). *Olive Oil Production Manual*, University of California, Agriculture and Natural Resources Publication.

Yokoyama, V. Y. & Miller, G. T. (2007). Olive fruit fly biology and cultural control practices in California. *Integr. Prot. Olive Crops*, IOBC/WPRS Bull. 30: 263–269.

Yokoyama, V. Y. (2012). Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California: Longevity, oviposition, and development in canning olives in the laboratory and greenhouse. *J. Econ. Entomol.*, 105: 186–195.

Yokoyama, V. Y. (2015). Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California table olives, USA: invasion, distribution,

and management implications. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1), 14.

## **BÖLÜM V**

### **Salinity Stress in Plants: Types of Salinity, Physiological and Biochemical Responses and Adaptation**

**Hatice Kübra GÖREN  
Uğur TAN**

#### **Introduction**

Considering the increasing number of the global population, the need for higher food production becomes ever more pressing. To meet this requirement, it is necessary to simultaneously increase the amount of land used for farming and improve the efficiency of crop growth. Yet, this endeavor faces a significant obstacle in the form of salinity, a widespread problem that impacts more than 20% of cultivated areas worldwide, covering 830 million hectares (Pitman and Läuchli, 2002; Martinez-Beltran and Manzur, 2005). Soil salinity has a considerable impact on agricultural productivity globally, acting as a major environmental stressor.

Saline soils, heavy in salt concentrations, represent a direct obstacle to agricultural growth. The increase in salt levels in these soils leads to a decrease in water potential, along with the buildup of ions that interfere with important metabolic processes (Kingsbury et al., 1984). The wide range of positively charged cations (sodium, potassium, calcium, and magnesium) and negatively charged anions (chloride, sulfur, nitrate, and hydrogen carbonate) found in salty soils jointly contribute to the complex dynamics of salinity stress.

It is crucial to acknowledge the complex composition of saline soils, as each ion has a unique impact on plant growth and development. Hence, it is crucial to have a thorough comprehension of these soil conditions in order to develop specific strategies to alleviate the negative impacts of salinity. This will ultimately guarantee the implementation of sustainable and resilient agricultural practices in response to these widespread stressful conditions. Saline soils contain various cations and anions, including sodium ( $\text{Na}^+$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), calcium ( $\text{Ca}_2^+$ ), magnesium ( $\text{Mg}_2^+$ ), chloride ( $\text{Cl}^-$ ), sulfur ( $\text{SO}_4$ ), nitrate ( $\text{NO}_3$ ), and hydrogen carbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), which should be taken into account (Shrivastava and Kumar, 2015)

The impact of salinity on plant growth is complex and diverse. Physiological systems enable plants to tolerate stress at different growth stages. Osmotic stress occurs early in salt and ion exposure, while toxicity affects plant growth after extended exposure. Therefore, to develop appropriate crop varieties, it is necessary to have a comprehensive understanding of the mechanisms of salinity tolerance. Plants' physiological stress tolerance mechanisms can be altered by partially excluding ions and synthesizing organic ions (Khan et al., 2000).

Based on the evidence from the references, it is clear that various types of salts can cause salinity stress in plants. Salinity stress can be induced by salts of several cations, including sodium ( $\text{Na}^+$ ), magnesium ( $\text{Mg}_2^+$ ) and calcium ( $\text{Ca}_2^+$ ), with sodium being the dominant salt causing soil salinity (Nimbolkar et al., 2020). The



impact of salt stress on plants includes ionic, osmotic and oxidative stresses (Song et al., 2021; Zhang et al., 2022).

The dominant salts present in these soils include NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, and CaCl<sub>2</sub>, each having specific effects on the growth of plants. Although extensive research has been conducted on many salts, sodium chloride (NaCl) has consistently received the highest level of attention. Research has mainly focused on studying the negative impacts of salt stress caused by NaCl on plants and the strategies taken by plants to mitigate these effects. The consequences of salt stress are evident in both quantitative and qualitative aspects and their severity is controlled by various factors including plant species, specific genotypes, salt type, composition, concentration and duration of exposure.

### **Sodium salts**

The primary salt responsible for plant salinity stress is sodium chloride (NaCl) Aras (2021). Salinity stress, caused by the accumulation of sodium chloride, leads to ion toxicity, nutrient deficiencies, osmotic stress, hormonal imbalance and oxidative stress in plants, ultimately inhibiting their growth and development (Mahfuza et al., 2022). Additionally, chloride and sulfate salts have been found to differently affect biomass, mineral nutrient composition and gene expression in plants, with sulfate salts being reported to cause increased toxicity over chloride salts (Reich et al., 2016; Normamatov et al., 2023).

The accumulation of sodium in plants, particularly in the roots has been observed under increased salinity, indicating the adverse effects of sodium uptake on plant growth (Azzouz & Bouziani, 2022; Hamed et al., 2013). It is important to note that while sodium chloride is the primary salt responsible for salinity stress, the specific responses of plants to different types of salts, such as chloride and sulfate, can vary, influencing their overall tolerance to salinity stress (Reich et al., 2016; Normamatov et al., 2023). Other sodium salts such as sodium sulfate (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and sodium carbonate

( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) can also be found in some soils and can cause salinity stress for plants. These salts also contain sodium ions and can disturb the osmotic balance of plant cells (Munns, 2005).

## **NaCl**

The negative result of salinity stress is the buildup of  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  ions in the tissues of plants that are exposed to soils with high concentrations of NaCl. The entry of both sodium ions ( $\text{Na}^+$ ) and chloride ions ( $\text{Cl}^-$ ) into the cells leads to a serious imbalance of ions and excessive uptake can result in major physiological consequences. Elevated sodium ( $\text{Na}^+$ ) levels impede the absorption of potassium ( $\text{K}^+$ ) ions, a crucial element for the growth and development of plants. This inhibition ultimately reduces production and might potentially result in plant mortality. When exposed to high levels of salt, the generation of reactive oxygen species (ROS), such as singlet oxygen, superoxide, hydroxyl radical and hydrogen peroxide, increases. This can result in oxidative harm to cellular constituents such as proteins, lipids and DNA, thereby affecting crucial plant cell function (Tavakkoli et. al. 2010). Proteins, vital for various cellular functions, may undergo structural alterations, impairing their functionality. Lipid membranes, essential for maintaining cell integrity, become susceptible to peroxidation, further destabilizing cellular structures. The genetic material, DNA, is not spared either, with oxidative damage potentially disrupting the normal functioning of plant cells (Kabir et. al. 2016, Kumar et. al. 2021).

Salinity can cause nutrient imbalances in plants by affecting nutrient availability, uptake, and distribution within the plant, or by physiologically inactivating a particular nutrient, thereby increasing the plant's internal requirement for that essential element (Villora et al. 1997). Salinity stress has stimulatory as well as inhibitory effects on the uptake of some macro and micro nutrients by crop plants. The uptake of Fe, Mn, Zn, and Cu generally was increased in crop plants under salinity stress (Alam, 1994).

## **MgCl<sub>2</sub>**

Chloride (Cl<sup>-</sup>) and magnesium (Mg<sup>2+</sup>) are necessary minerals for promoting strong plant growth. However, if there is an excessive amount of MgCl<sub>2</sub> in the soil, it can become toxic and disrupt the plant's water balance, impairing its capacity to absorb essential water and nutrients. While magnesium ions play a crucial role in physiological processes in higher plants (Shabala and Hariadi, 2005), an imbalance in the levels of MgCl<sub>2</sub> might negatively impact plant development and survival.

The detrimental effect of increased MgCl<sub>2</sub> concentrations lies in their capacity to disrupt key cellular mechanisms. Elevated levels of Mg<sup>2+</sup>, within the cytoplasm may hinder the function of a potassium (K<sup>+</sup>) pathway located in the inner membrane of the chloroplast. This limitation, in turn, blocks the removal of H<sup>+</sup> ions from the chloroplast stroma, leading to increased acidity. The increased acidity, through a series of continuous steps, renders essential enzymes responsible for carbon fixation inactive, so compromising the plant's capacity to utilize carbon dioxide for the process of photosynthesis. The disturbance ultimately induces the production of oxygen-free radicals within the chloroplast, resulting in oxidative damage (Wu et al., 1991).

Essentially, magnesium is essential for the health of plants. It is crucial to maintain an adequate concentration of magnesium to avoid negative effects on cellular processes and oxidative stress. This is necessary to ensure the general well-being of the plant. Based on the provided references, it is evident that magnesium (Mg) plays a significant role in plant responses to salinity stress. Salinity stress, caused by an excess of salt ions in the soil, including magnesium (Mg<sup>2+</sup>), can impact plant growth and physiological characteristics (Riyazuddin et al., 2020). Mg has been identified as a factor that can prevent the migration of aluminum (Al) through the cytosolic plasma membrane in root tips, indicating its potential role in mitigating Al toxicity in plants (Rahman et al., 2018).

Moreover, the endophytic symbiosis resulted in significantly higher assimilation of essential nutrients like potassium, calcium and magnesium as compared to control plants during salinity stress (Waqas et al., 2012). Mg deficiency has been linked to increased oxidative stress, decreased biomass water-use efficiency, and impaired calcium utilization in plants (Tränkner et al., 2016). Additionally, the decline in net CO<sub>2</sub> assimilation was correlated with the increase in leaf Cl<sup>-</sup> concentration, emphasizing the complex interactions between Mg and other ions under salinity stress (Rivelli et al., 2010).

## **CaCl<sub>2</sub>**

Calcium (Ca) signaling is crucial in preventing the detrimental impacts of salt stress on plants. The increase in Ca<sup>2+</sup> concentrations is identified by particular receptors or calcium-binding proteins, triggering a series of reactions that involve calcium-dependent protein kinases (Elhindi et al., 2017). The beneficial impact of calcium on the ability of plants to tolerate salt has been emphasized by studying the role of intracellular calcium signaling, specifically through a pathway similar to calcineurin (Bai et al., 2018).

Furthermore, other research studies have emphasized the individual effectiveness of calcium in improving plant performance when dealing with stress caused by NaCl, highlighting its ability to mitigate the harmful effects of salt stress (Yadav et al., 2005). Investigations on plants exposed to NaCl treatment have shown a decrease in shoot levels of potassium (K<sup>+</sup>) and calcium (Ca<sup>2+</sup>), suggesting that salt stress affects the uptake of essential mineral nutrients (Sadak & Talaat, 2021).

However, when comparing the salinity effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on plants, it is essential to consider their impact on plant growth, photosynthesis, ion uptake and overall tolerance to salt stress. Several studies provide valuable insights into this comparison. Acosta-Motos et al. (2017) discusses the reduction in

chloroplast diameter in NaCl tolerant plants under salinity stress. This indicates a potential impact on photosynthesis and overall plant growth. Cirillo et al. (2019) highlight the structural adjustments in plants exposed to NaCl salinity, which partially compensate for the reduction in photosynthetic capacity. In contrast, CaCl<sub>2</sub> treated plants show a more severe decline in photosynthesis due to the lack of such structural adjustments. Bryla & Lee (2017) further support this by demonstrating that NaCl salinity increases Na uptake and reduces Ca uptake, while CaCl<sub>2</sub> salinity increases Ca uptake and reduces Mg and Mn uptake. This indicates distinct ion uptake patterns under NaCl and CaCl<sub>2</sub> salinity.

## **KCl**

The impact of NaCl and KCl salinity on plant growth and development has been extensively researched. Trajkova et al. (2006) found that NaCl salinity significantly increased the concentrations of Na and Cl in leaves and suppressed K concentration in plants. Conversely, Ievinsh et al. (2022) found that plants treated with KCl accumulated higher concentrations of K<sup>+</sup> compared to Na<sup>+</sup> accumulation in plants treated with equimolar concentrations of NaCl. Natasha (2021) observed that both NaCl and KCl at higher concentrations led to a decrease in various growth parameters in *Triticum aestivum* L., indicating similar detrimental effects of both salts on plant growth.

Cramer et al. (1990) highlighted that high Ca<sup>2+</sup> improved the growth of salt-stressed barley in both NaCl and KCl salinity conditions, suggesting potential differential effects of other ions in the presence of NaCl and KCl. Moreover, El-Katony et al. (2016) indicated that the osmotic effect dominates at high salinity with comparable effects of NaCl and KCl, while the specific ion effect emerges at moderate salt levels with reduced seed viability and greater toxicity of NaCl than KCl. Higher concentrations of KCl proved to be more toxic than NaCl, especially for KCl salinity plants with low Ca<sup>2+</sup>, which died by day 28 according to Cramer et al., 1990 study. Potassium levels and interactions with other ions and cellular

processes play a crucial role in plant responses to salinity stress, influencing mineral nutrient uptake, osmotic potential, and overall plant behavior under salinity stress.

## **Physiological Responses**

The salinity-induced physiological reactions in plants pose a complex and diverse challenge, necessitating a creative strategy for efficient organizing and assessment of research is necessary. The area of plant physiology has experienced significant progress, especially with the emergence of 'omics-driven' research. This methodology utilizes advanced technologies such as high-volume phenotyping, bioinformatics and modern analytical procedures. It represents a significant advancement in the understanding of how plants respond to salinity stress (Gilroy et al., 2014; Roy et al., 2014).

During the early phase of salinity stress, significant effects on water relations develop, resulting in the closure of stomata and the inhibition of leaf growth (Munns and Termaat, 1986). Following that, the reaction to salinity, which is dependent on ions, develops gradually over a prolonged duration (ranging from days to weeks). This process involves the buildup of ions in the shoot, especially in older leaves, to levels that are harmful. This process expedites the premature aging of leaves, ultimately resulting in a decrease in crop production and, in the worst cases, the death of the plant itself (Munns and Tester, 2008).

Munns and Tester (2008) identified three main mechanisms that enable plants to tolerate high salt levels: ion exclusion, which prevents harmful ions from entering the shoot; tissue tolerance, which involves maintaining toxic ions in specific tissues, cells and organelles; and shoot ion-independent tolerance, which allows for continued growth and water absorption regardless of the accumulation of sodium ions in the shoot. Aside from these main pathways, several physiological aspects have a role in determining the overall ability of plants to tolerate salinity. These factors include the regulation of plant water status, transpiration (T), and

transpiration use efficiency (TUE) (Harris et al., 2010; This et al., 2010; Barbieri et al., 2012).

In addition, attributes such as the size of the leaves (Maggio et al., 2007), the process of seed germination (Foolad and Lin, 1997), the production of antioxidants (Ashraf, 2009), the early growth of seedlings (Kingsbury and Epstein, 1984), and the harvest index (HI) (Gholizadeh et al., 2014) are essential components of a wider range of features related to the ability to tolerate salinity. The combined knowledge of these various mechanisms and components offers a thorough structure for formulating methods to improve plant resistance in the presence of salinity stress, hence ensuring the sustainability of agricultural activities in demanding conditions.

Salinity stress can significantly impact plants, as it can disrupt their ability to control the accumulation of toxic ions, such as  $\text{Na}^+$ , which can be detrimental to their physiological responses.  $\text{Na}^+$  accumulates to toxic levels before  $\text{Cl}^-$ , making it crucial for maintaining salinity tolerance in many cereals and crops (Flowers and Yeo, 1988).

Evaluating the concentrations of sodium ( $\text{Na}$ ) and potassium ( $\text{K}$ ) in plant roots is useful for determining the extent to which  $\text{Na}^+$  is retained in the roots. Hydroponically grown plants provide the ideal conditions for ion analyses due to their soil-free growth environment, which eliminates any influence from soil particles in the collection of root material and ion analysis (Tolhurst et al., 2005; Dybkaer, 2007; Fuentes-Arderiu, 2013). This technology guarantees a more accurate analysis of the concentration of ions in the roots, improving our understanding of the intricate processes of ion absorption and preservation, particularly in relation to how plants respond to high salt levels.

The plant's ability to tolerate salt not only accumulation of the concentration of sodium ions in its leaves but also includes the important function of maintaining high quantities of potassium ions within its cells. The plant's capacity to maintain elevated levels of cellular  $\text{K}^+$  has been recognized as a crucial feature in its ability to

tolerate salinity. Under salt stress conditions, the ions that build up demonstrate separation inside distinct cell types in specific organs. The precise management of ion distribution has a key role in a plant's ability to endure salinity stress. This underlines the complex cellular mechanisms involved in coping with such stress and emphasizes the diverse character of plant responses to environmental stressors (Assaha et al. 2017)

Salinity stress causes a significant decrease in the opening of stomata in plants, a behavior that has been stated in several species. Unusually, the photosynthetic rates per unit leaf area can remain unchanged even as stomatal opening decreases, highlighting the complex nature of plant reactions to salinity stress (Munns and Tester, 2008). Research on two durum wheat genotypes highlights the significant influence of salinity on stomatal conductance (gs), demonstrating a considerable decrease in both genotypes when exposed to salinity stress (James et al., 2002).

The utilization of the SPAD index, which is a metric for chlorophyll content, has demonstrated its informative nature in evaluating the influence of salinity stress on plants. Nevertheless, understanding of SPAD meter results can be complicated, as salinity stress has the potential to modify leaf thickness, which could complicate the measurements. Previous studies on barley have identified genetic diversity in the way the SPAD index reacts to salt, emphasizing the influence of genetic variables in this regard (Adem et al., 2014). Measures have been undertaken to improve the accuracy of SPAD meter readings, ensuring that they are not influenced by the impact of salinity on chlorophyll concentration (Li et al., 2009).

Salinity stress in durum wheat genotypes impacts both stomatal opening and photosynthetic results. Tolerant wheat genotypes maintain their photosynthetic efficiency, whereas sensitive genotypes undergo a decrease in photosystem II photochemistry. The internal reduction of carbon dioxide, coupled with a drop-in enzyme activity, limits the process of carboxylation,



ultimately resulting in a decrease in the overall rate of photosynthesis. Moreover, the intercellular concentration of carbon dioxide ( $C_i$ ) is a useful metric for assessing the effect of salinity on photosynthesis. It offers an additional understanding of the complex mechanisms by which plants respond to salinity stress.

### **Biochemical responses**

Prolonged exposure to high salinity levels triggers the generation of reactive oxygen species (ROS) in plants, leading to oxidative stress. Plants utilize a comprehensive defense mechanism consisting of both enzymatic and non-enzymatic components as a reaction. The increased production of antioxidant enzymes, such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POX), and ascorbate peroxidase (APX), is crucial in reducing the negative effects of oxidative stress. At the same time, non-enzymatic antioxidants such as glutathione (GSH), ascorbate (ASC) and its derivatives, together with photosynthetic additional pigments like carotenoids, play an essential part in the plant's ability to remove and neutralize reactive oxygen species (ROS). The complex defense mechanisms effectively reduce the harmful impact of salinity, protecting the plant's physiological equilibrium and enhancing its ability to withstand difficult environmental conditions (Mbarki et al., 2018).

In plant cells, the detoxification process occurs sequentially. Firstly, the enzyme SOD transforms the superoxide anion ( $O_2^-$ ) into hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ). Then, the hazardous  $H_2O_2$  is broken down with the help of the enzymes POX and CAT (Zhang and Dai, 2019). The ascorbate-glutathione cycle is important for removing reactive oxygen species (ROS) from different parts of plants. This highlights the importance of ascorbate-specific peroxidase (Singh et al., 2015; Krishnamurthy et al., 2018).

Abscisic acid (ABA), an essential phytohormone, has a varied function in alleviating the effects of salt stress on plants. ABA triggers the closing of stomata, prevent the aging process, controls

metabolic and catabolic activities and decreases transpiration rates (Cao et al., 2017). ABA, functioning as an intracellular signaling molecule, helps to regulate the state of balance between plant leaves and soil. It activates genes that are responsible for the production of osmo protectants and the closure of stomata. ABA also upregulates the production of proteins such as dehydrin, which helps to mitigate salt stress and increase plant tolerance (Fahad et al., 2015; Martínez-Andújar et al., 2019). Moreover, abscisic acid (ABA) plays an important part in regulating the growth of lateral roots under high salinity situations by coordinating the function of particular genes and transcription factors. Significantly, ABA has an impact on several physiological and biochemical processes by precisely controlling crucial components. This includes ABA receptor genes, the SnRK2 gene from the PYR/PYL family (encoding a serine/threonine protein kinase), as well as ABA-responsive element binding genes and proteins. Hormonal modulation also affects the activation of genes related to the production of abscisic acid (ABA), including 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase (NCED), zeaxanthin epoxidase (ZEP), and ABA 8'-hydroxylase (ABA 8'-OH). This process helps plants adjust to salt stress. Also, the heightened upregulation of Snf1-related kinase (SnRK2 or SAPKs) genes, which are accountable for phosphorylating TRAB1 to trigger gene expression in reaction to salt stress, highlights the complex regulatory network controlled by ABA. The modulation of several genes and variables demonstrates the complex and intricate role of ABA in coordinating plant responses to salt stress, as observed in studies by Yang et al. (2017), Martínez-Andújar et al. (2019) and Zhang and Dai (2019).

Jasmonic acid (JA) provides plants with resistance to both biotic and abiotic stressors. JA plays a role in various biological processes such as germination, flowering, callus development and the growth of bulbs and tubers, both in normal and stressful conditions. Jasmonic acid (JA) upregulated the expression of numerous metabolic pathway genes, including invertase, Rubisco, and arginine decarboxylase, thereby mitigating the harmful effects

of salinity. Jasmonic acid (JA) promotes the transcription of genes associated with the synthesis of DELLA proteins and suppresses the expression of genes involved in the interaction between gibberellic acid (GA) and the GA receptor GID. Plants suppress the activity of genes responsible for producing JAZ proteins and increase the activity of MYC2 and TGA genes in response to salt-induced toxicity. JA and methyl jasmonate (MeJA) have a role in the process of fatty acid metabolism. The genes Sb05g002750 and Sb01g048200 in sorghum are responsible for encoding phospholipase A1 (PLA1) and acyl-coenzyme A oxidase (ACXs) respectively. These genes are transcribed during salinity and play a role in the metabolism, signaling, and biosynthesis of fatty acid and JA precursors (Yang et al., 2017).

The impact of salt stress on plants and the effectiveness of antioxidants and enzymatic defense systems in alleviating these effects have been well investigated. Salinity stress triggers the production of reactive oxygen species (ROS) in plants, resulting in oxidative damage. Nevertheless, multiple studies have shown that when exposed to high salinity levels, the functioning of antioxidant enzymes such as catalase, peroxidase, and superoxide dismutase is notably enhanced. This enhancement plays a crucial role in diminishing the levels of reactive oxygen species (ROS) and lipid peroxidation (Hasanuzzaman et al. 2020, Kavita and Sowmya 2021)

Furthermore, the use of zinc can mitigate the impact of salinity stress on the amount of biomass produced and improve the functioning of antioxidative enzymes in soybean leaves. This suggests that external substances can regulate the antioxidative defense system when faced with salinity stress (Afrin et al., 2021).

### **Adaptation to salt stress**

Plants respond to stress by activating antioxidant defense systems, which include both enzymatic and non-enzymatic mechanisms. These defense systems assist in reducing the increased levels of reactive oxygen species (ROS) that are caused by adverse

conditions (Ma et al., 2022). In addition to inherent mechanisms, external substances such as salicylic acid and methyl jasmonate have demonstrated efficacy in reducing oxidative harm in plants facing stress. This presents a hopeful approach for managing stress (Mohi-Ud-Din et al., 2021; Ma et al., 2022).

The mutualistic relationship between plants and microorganisms, such as arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria, is a crucial factor in improving the ability of plants to withstand stress. These microorganisms stimulate antioxidant defense systems and regulate gene expression in reaction to stress, demonstrating their potential as valuable contributors to plant resilience (Bhat et al., 2023; Wu et al., 2010; Li et al., 2022). The significance of abscisic acid (ABA) in hormonal control is a vital adaptive mechanism. ABA regulates plant water usage by facilitating the closure of stomata, hence minimizing water loss during periods of stress (White et al., 2000).

Plants exhibit a range of adaptation responses in response to salinity stress. The AM symbiosis helps to reduce the negative impact of salinity on plant growth by improving the ability to exchange gases and increasing water use efficiency (Zhu et al., 2018; Porcel et al., 2015). Identifying the genes linked to salinity tolerance has facilitated the development of efficient genetic engineering techniques to enhance stress tolerance in economically important crops (Nguyen et al., 2007). Moreover, studies on the function of endophytic microorganisms have emphasized their ability to enhance plants' tolerance to non-living environmental factors, specifically salt stress. This highlights the possibility of microbial interventions as a promising approach to alleviate salinity stress in plants (Lata et al., 2018).

Ultimately, the presence of various salts, particularly sodium, creates a substantial obstacle for plant growth, development, and productivity, known as salinity stress. These stressors cause ionic, osmotic and oxidative difficulties, which encourage plants to activate mechanisms that increase their ability to tolerate stress. This

includes increasing the expression of genes that respond to stress and accumulating osmolytes. Nevertheless, the intricate reactions of plants to various salts highlight the diversity in their overall capacity to withstand salinity stress. Understanding the biochemical and physiological alterations that take place in plants when exposed to salt stress is crucial for devising methods to alleviate its negative effects and improve plant productivity in saline environments. Further investigation is crucial for revealing other processes and genetic variables that contribute to the ability of plants to tolerate salt stress.

## **Conclusion**

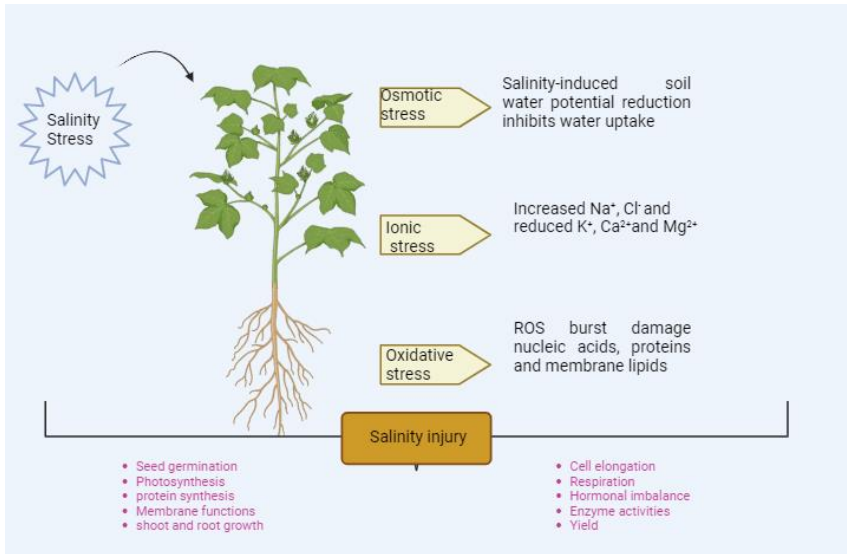
Within the field of plant biology, the occurrence of salt stress presents itself as a complex and diverse problem, affecting multiple aspects. This investigation has revealed the several forms of salinity that plants encounter, each posing distinct challenges to overcome. The plants' physiological and biochemical responses to salinity stress, whether caused by sodium, magnesium, or calcium salts, demonstrate a complex process of adaptation.

Plants react to salt stress through complex physiological systems. The modulation of ion concentrations, specifically sodium and potassium, becomes the central focus, emphasizing the plant's active effort to preserve cellular homeostasis. The coordinated reaction includes the stimulation of both enzymatic and non-enzymatic defense mechanisms against oxidative stress. Superoxide dismutase, catalase, peroxidase, and ascorbate peroxidase are important factors in reducing the harmful effects of oxidative stress caused by long-term exposure to high salinity levels.

The main objective is the process of adaptation, which is a defining characteristic of resilient plant. The investigation into the function of abscisic acid uncovers its impact on the development of lateral roots, the activation of genes, and the intricate system of regulation that is involved in the response to salt stress. The plant's

adaptive ability is highlighted by the synthesis of stress-responsive genes and the accumulation of osmolytes.

As traversing over this complex subject, the remarkable ability of plants to recover from adversity becomes obvious. Plants demonstrate their capacity to withstand and prosper under salt stress, ranging from the molecular level to intricate biochemical pathways. This comprehension is not solely theoretical; it is a vital basis for developing procedures to improve plant durability, guaranteeing sustainable farming methods in environments affected by salinity. Exploring the effects of salinity stress on plants demonstrates the resilience and the complex relationship between organisms and their surroundings.



*Figure 1. Salt Stress Effects on Plant Growth and Development*

## REFERENCES

Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M., Bernal-Vicente, A., Díaz-Vivancos, P., Sánchez-Blanco, M. J., & Hernández, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.3390/agronomy7010018>

Adem GD, Roy SJ, Zhou M, Bowman JP, Shabala S. 2014. Evaluating contribution of ionic, osmotic and oxidative stress components towards salinity tolerance in barley. *BMC Plant Biology* 14: 1–13.

Ahmad Humayan Kabir, Reshma Zaman, Most Champa Begum, Ariful Haque, A M Swaraz, Iftekhar Mohammad Noor, Mohammad Zahangir Alam & Syed Ali Haider. (2016) Upregulation of OsNAS1, OsPCS1, and DREB1A transcripts along with antioxidative defense confers salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L. cv Pokkali). *Archives of Agronomy and Soil Science* 62:10, pages 1381-1395.

Alam, S.M. 1994. Nutrients by plants under stress conditions. In: *Handbook of Plant and Crop Stress*. (Ed.): M. Pessarakli. Marcel Dekker, New York, pp. 227-246.

Ashraf M. 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advances* 27: 84–93

Assaha, D. V., Ueda, A., Saneoka, H., Al-Yahyai, R., & Yaish, M. W. (2017). The role of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> transporters in salt stress adaptation in glycophytes. *Frontiers in physiology*, 8, 509.

Azzouz, F., & Bouziani, E. H. (2022). Impact of salt and metallic stress on the sodium and potassium uptake by the *Vicia faba* L. plants. *Plant Archives*, 22(1), 283-287.

Bai, Y., Kissoudis, C., Yan, Z., Visser, R., & Linden, G. (2018). Plant behaviour under combined stress: tomato responses to

combined salinity and pathogen stress. *The Plant Journal*, 93(4), 781-793. <https://doi.org/10.1111/tpj.13800>.

Barbieri G, Vallone S, Orsini F, Paradiso R, et al. 2012. Stomatal density and metabolic determinants mediate salt stress adaptation and water use efficiency in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Physiology* 169: 1737–1746.

Bhat, M. A., Mishra, A. K., Jan, S., Bhat, M. A., Kamal, M. A., Rahman, S., ... & Jan, A. T. (2023). Plant growth promoting rhizobacteria in plant health: A perspective study of the underground interaction. *Plants*, 12(3), 629.

Bryla, D. R. and Lee, J. (2017). Salt exclusion and mycorrhizal symbiosis increase tolerance to nacl and cac12 salinity in ‘siam queen’ basil. *HortScience*, 52(2), 278-287. <https://doi.org/10.21273/hortsci11256-16>.

Cao, D., Lutz, A., Hill, C. B., Callahan, D. L., & Roessner, U. (2017). A quantitative profiling method of phytohormones and other metabolites applied to barley roots subjected to salinity stress. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2070.

Cirillo, C., Micco, V. D., Arena, C., Carillo, P., Pannico, A., Pascale, S. D., ... & Rouphael, Y. (2019). Biochemical, physiological and anatomical mechanisms of adaptation of callistemon citrinus and viburnum lucidum to nacl and cac12 salinization. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00742>.

Cramer, G., Epstein, E., & Läuchli, A. (1990). Effects of sodium, potassium and calcium on salt-stressed barley. i. growth analysis. *Physiologia Plantarum*, 80(1), 83-88. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1990.800113.x>.

Dybkaer R. 2007. The meaning of ‘concentration’. *Accreditation and Quality Assurance* 12: 661–663.

Ehsan Tavakkoli, Pichu Rengasamy, Glenn K. McDonald, High concentrations of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions in soil solution have



simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress, *Journal of Experimental Botany*, Volume 61, Issue 15, October 2010, Pages 4449–4459,

Elhindi, K., El-Din, A., & Elgorban, A. (2017). The impact of arbuscular mycorrhizal fungi in mitigating salt-induced adverse effects in sweet basil (*ocimum basilicum* l.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(1), 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.02.010>.

El-Katony, T. M., & El-Adl, M. F. (2020). Salt response of the freshwater microalga *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kutz is modulated by the algal growth phase. *Journal of oceanology and limnology*, 38, 802-815.

Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., ... & Huang, J. (2015). Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. *Plant growth regulation*, 75, 391-404.

Foolad MR, Lin GY. 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. *Hortscience* 32: 296–300.

Fuentes-Arderiu X. 2013. Concentration and content. *Biochemia Medica* 23: 141–142.

Gholizadeh A, Dehghania H, Dvorakb J. 2014. Determination of the most effective traits on wheat yield under saline stress. *Agricultural Advances* 3: 103–110.

Hamed, Y., & Dhahri, F. (2013). Hydro-geochemical and isotopic composition of groundwater, with emphasis on sources of salinity, in the aquifer system in Northwestern Tunisia. *Journal of African Earth Sciences*, 83, 10-24.

Ievinsh, G., Andersone-Ozola, U., & Jēkabsons, A. (2022). Similar responses of relatively salt-tolerant plants to Na and K during chloride salinity: Comparison of growth, water content and ion accumulation. *Life*, 12(10), 1577.

James RA, Rivelli AR, Munns R, Caemmerer Sv. 2002. Factors affecting CO<sub>2</sub> assimilation, leaf injury and growth in salt-stressed durum wheat. *Functional Plant Biology* 29: 1393–1403.

Kavita, Sowmya N. Application of *Trichoderma viride* and *Bacillus subtilis* leads to changes in antioxidant enzymes, proline, and lipid peroxidation under salinity stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Int. J. Plant Soil Sci.* 2021;33(22): 187-197

Khan, I., Muhammad, A., Chattha, M., Skalicky, M., Chattha, M., Ayub, M., ... & Sabagh, A. (2022). Mitigation of salinity-induced oxidative damage, growth, and yield reduction in fine rice by sugarcane press mud application. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.840900>.

Kingsbury RW, Epstein E. 1984. Selection for salt-resistant spring wheat. *Crop Science* 24: 310–315.

Kingsbury, R. W., Epstein, E., & Pearcy, R. W. (1984). Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant physiology*, 74(2), 417-423.

Krishnamurthy P, Wadhvani A (2012) Antioxidant enzymes and human health. Antioxidant enzyme. *InTech*\_377–389.

Kumar, G., Singh, S., Singh, R., & Mishra, R. (2021). Role of Physical Agents in Inducing Genotoxicity and Oxidative Stress in Plants. *Induced Genotoxicity and Oxidative Stress in Plants*, 65-102.

Kumar, M., Sharma, B., Ramanathan, A. L., Someshwar Rao, M., & Kumar, B. (2009). Nutrient chemistry and salinity mapping of the Delhi aquifer, India: source identification perspective. *Environmental Geology*, 56, 1171-1181.

Lata, R., Chowdhury, S., Gond, S., & White, J. (2018). Induction of abiotic stress tolerance in plants by endophytic microbes. *Letters in Applied Microbiology*, 66(4), 268-276. <https://doi.org/10.1111/lam.12855>.

Li JW, Yang JP, Fei PP, et al. 2009. Responses of rice leaf thickness, SPAD readings and chlorophyll a/b ratios to different nitrogen supply rates in paddy field. *Field Crops Research* 114: 426–432.

Ma, C., Bian, C., Liu, W., Sun, Z., Xi, X., Guo, D., ... & Zheng, X. (2022). Strigolactone alleviates the salinity-alkalinity stress of *Malus hupehensis* seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 13, 901782.

Maggio A, Raimondi G, Martino A, De Pascale S. 2007. Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. *Environmental and Experimental Botany* 59: 276–282.

Mahfuza, S. N., Ahsan, A. F. M. S., Ahmed, I. M., Ahmed, F., Talukder, A. R., & Islam, M. N. (2022). Morpho-Physiological Responses of Soybean Varieties to Salinity Stress. *Bangladesh Agronomy Journal*, 25(1), 15-22.

Martínez-Andújar, C., Martínez-Pérez, A., Albacete, A., Martínez-Melgarejo, P. A., Dodd, I. C., Thompson, A. J., ... & Pérez-Alfocea, F. (2021). Overproduction of ABA in rootstocks alleviates salinity stress in tomato shoots. *Plant, Cell & Environment*, 44(9), 2966-2986.

Martinez-Beltran, J. and C.L. Manzur, 2005. Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. In: Proceedings of the International Salinity Forum, Riverside, California, April 2005, pp. 311-313.

Mohi-Ud-Din, M., Hossain, M. A., Rohman, M. M., Uddin, M. N., Haque, M. S., Ahmed, J. U., ... & Mostofa, M. G. (2021). Multivariate analysis of morpho-physiological traits reveals differential drought tolerance potential of bread wheat genotypes at the seedling stage. *Plants*, 10(5), 879.

Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 143-160.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.

Munns, R., Goyal, S., & Passioura, J. (2005). Salinity stress and its mitigation. *University of California, Davis*.

Natasha, K., Khalid, S., Haq, S. I. U., Jilani, N. S., Khan, S. A., & Wali, S. (2021). 50. Comparative Effect of sodium chloride, potassium chloride and combined salt stress on germination and growth of *Triticum aestivum* L.(Var. Atta Habib). *Pure and Applied Biology (PAB)*, 10(4), 1450-1465.

Nguyen, P. D., Ho, C. L., Harikrishna, J. A., Wong, M. V. L., & Abdul Rahim, R. (2007). Functional screening for salinity tolerant genes from *Acanthus ebracteatus* Vahl using *Escherichia coli* as a host. *Trees*, 21, 515-520.

Nieves-Cordones, M., Al Shiblawi, F. R., & Sentenac, H. (2016). Roles and transport of sodium and potassium in plants. *The alkali metal ions: Their role for life*, 291-324.

Nimbolkar, P., Bajeli, J., Tripathi, A., & Chaube, A. (2020). Mechanism of salt tolerance in fruit crops: a review. *Agricultural Reviews*, 41(01). <https://doi.org/10.18805/ag.r-1919>.

Niu, G., Rodriguez, D., Mendoza, M., Jifon, J., & Ganjegunte, G. (2012). Responses of *Jatropha curcas* to salt and drought stresses. *International journal of agronomy*, 2012.

Pitman, M.G. and A. Läuchli, 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: A. Läuchli and U. Lüttge (eds.). *Salinity: Environment - Plants - Molecules*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 3-20.

Porcel, R., Redondo-Gómez, S., Mateos-Naranjo, E., Aroca, R., García, R., & Ruiz-Lozano, J. (2015). Arbuscular mycorrhizal symbiosis ameliorates the optimum quantum yield of photosystem ii and reduces non-photochemical quenching in rice plants subjected to salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 185, 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.07.006>.

Rahman, A., Lee, S., Ji, H., Kabir, A., Jones, C., & Lee, K. (2018). Importance of mineral nutrition for mitigating aluminum toxicity in plants on acidic soils: current status and opportunities. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(10), 3073. <https://doi.org/10.3390/ijms19103073>.

Reich, M., Aghajanzadeh, T., Helm, J., Parmar, S., Hawkesford, M. J., & De Kok, L. J. (2017). Chloride and sulfate salinity differently affect biomass, mineral nutrient composition and expression of sulfate transport and assimilation genes in *Brassica rapa*. *Plant and Soil*, 411, 319-332.

Rivelli, A., Maria, S., Pizza, S., & Gherbin, P. (2010). Growth and physiological response of hydroponically-grown sunflower as affected by salinity and magnesium levels. *Journal of Plant Nutrition*, 33(9), 1307-1323. <https://doi.org/10.1080/01904167.2010.484092>.

Riyazuddin, R., Verma, R., Singh, K., Nisha, N., Keisham, M., Bhati, K., ... & Gupta, R. (2020). Ethylene: a master regulator of salinity stress tolerance in plants. *Biomolecules*, 10(6), 959. <https://doi.org/10.3390/biom10060959>.

Roy, K., Sasada, K., & Kohno, E. (2014). Salinity status of the 2011 Tohoku-oki tsunami affected agricultural lands in northeast Japan. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(2), 40-50.

Sadak, M. and Talaat, I. (2021). Attenuation of negative effects of saline stress in wheat plant by chitosan and calcium carbonate. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1). <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00596-w>.

Shabala, S., & Hariadi, Y. (2005). Effects of magnesium availability on the activity of plasma membrane ion transporters and light-induced responses from broad bean leaf mesophyll. *Planta*, 221, 56-65.

Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi journal of biological sciences*, 22(2), 123-131.

Song, R., Li, T., & Liu, W. (2021). Jasmonic acid impairs arabidopsis seedling salt stress tolerance through myc2-mediated repression of cat2 expression. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.730228>.

Tobe, K., Li, X., & Omasa, K. (2004). Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae). *Seed Science Research*, 14(4), 345-353.

Tolhurst TJ, Underwood AJ, Perkins RG, Chapman MG. 2005. Content versus concentration: Effects of units on measuring the biogeochemical properties of soft sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63: 665–673.

Trajkova, F., Papadantonakis, N., & Savvas, D. (2006). Comparative effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> salinity on cucumber grown in a closed hydroponic system. *HortScience*, 41(2), 437-441.

Tränkner, M., Jákli, B., Tavakol, E., Geilfus, C., Çakmak, İ., Dittert, K., ... & Şenbayram, M. (2016). Magnesium deficiency decreases biomass water-use efficiency and increases leaf water-use efficiency and oxidative stress in barley plants. *Plant and Soil*, 406(1-2), 409-423. <https://doi.org/10.1007/s11104-016-2886-1>.

Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D. A., & Romero, L. (1997). Effect of salinity treatments on nutrient concentration in zucchini plants (*Cucurbita pepo* L. var. *Moschata*). *Australian journal of experimental agriculture*, 37(5), 605-608.

Waqas, M., Khan, A., Kamran, M., Hamayun, M., Kang, S., Kim, Y., ... & Lee, I. (2012). Endophytic fungi produce gibberellins and indoleacetic acid and promotes host-plant growth during stress.

Molecules, 17(9), 10754-10773.  
<https://doi.org/10.3390/molecules170910754>.

Yadav, S., Singla-Pareek, S., Reddy, M., & Sopory, S. (2005). Transgenic tobacco plants overexpressing glyoxalase enzymes resist an increase in methylglyoxal and maintain higher reduced glutathione levels under salinity stress. *Febs Letters*, 579(27), 6265-6271. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2005.10.006>.

Yang, X., & Yu, Y. (2017). Estimating soil salinity under various moisture conditions: An experimental study. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(5), 2525-2533.

Zhang, J., Lu, M., Han, Z., Du, X., & Du, X. (2022). Assessment of salt stress to arabidopsis based on the detection of hydrogen peroxide released by leaves using an electrochemical sensor. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(20), 12502. <https://doi.org/10.3390/ijms232012502>.

Zhang, Q., & Dai, W. (2019). Plant response to salinity stress. In *Stress physiology of woody plants* (pp. 155-173). CRC Press.

Zhu, X., Cao, Q., Sun, L., Yang, X., Yang, W., & Zhang, H. (2018). Stomatal conductance and morphology of arbuscular mycorrhizal wheat plants response to elevated co2 and nacl stress. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01363>.

## BÖLÜM VI

### **Sustainable Agriculture and Biodiversity Relationship**

**Koray KAÇAN<sup>1</sup>**

#### Introduction

The current concern worldwide is to ensure agricultural sustainability. In the midst of the current climate change scenario; Increasing populations, insecurity of food, and resource scarcity have put a great deal of pressure on production systems (Gliessman, 2015). By 2050, the population is expected to reach 10 billion, representing an increase of 70% in food production (Mueller et al., 2021; Thomas et al., 2022). Therefore, the agricultural sector must produce enough food to feed the ever-growing population (Mueller et al., 2021; Thomas et al., 2022), and As climate change continues, it will become harder to increase yields on limited lands and water resources in a way that does not negatively impact the environment

---

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman University, Ortaca Vocational School, Department of Plant and Animal Production



and natural resources (Altieri et al., 2016 ). Therefore, farmers must find ways to maximize the efficiency of their resources. This includes using more sustainable farming practices, such as reducing chemical inputs and using renewable energy sources. Additionally, farmers must work with government agencies to develop strategies for reducing emissions and preserving natural resources.

This will require new approaches to agricultural systems, such as improved crop and livestock management, sustainable land management, and climate change mitigation. Additionally, renewable energy sources such as solar and wind power must be implemented to reduce dependence on fossil fuels. ( Altieri et al., 2016). In general, sustainable development goals are designed to meet the food demands of the existing human population and to support the ability of future generations to meet their needs without affecting their food needs (Pretty, 2008). Due to the known negative effects of agriculture on natural resources and environmental health; Calls to promote sustainable farming practices are an increasingly important goal to improve food security and reduce the negative impacts caused by a changing climate and intensive farming patterns (Gomiero et al., 2011; Moore, 2015).

Global agricultural production should be increased by approximately 60-70 percent compared to current levels by 2050, since the human population is predicted to reach 10 billion (FAO, 2018; Adenle et al., 2019). The relationship between agriculture and biodiversity conservation is believed to be negatively correlated. There is also a finite supply of natural resources that are degrading at an alarming rate. The main reason is that agricultural inputs, particularly pesticides, chemical fertilizers, and soil tillage practices, are increasingly used to grow monotypic crops. In order to maintain current industrial agriculture, we are forced to use fertilizer and chemical plant protection frequently and intensively. There are many negative effects associated with these factors, including pollution, soil fertility loss, global warming, and loss of large-scale biodiversity (Benton et al. 2021).

Due to the negative impact of modern industrial agriculture on the environment and the loss of biodiversity, researchers have emphasized the necessity of revisiting the relationship between biodiversity and crop production in recent years. Biodiversity can be used to create a more sustainable, ecological agriculture. There is current research exploring this possibility (Benton et al., 2021; Schmid & Schöb, 2022).

These research efforts have revealed that biodiversity can provide a wide range of benefits, such as improved soil fertility, increased yields, and reduced water usage. Additionally, biodiversity can help to reduce the effects of climate change by reducing emissions and sequestering carbon.

Ecological intensification involves the use of nature-based solutions such as crop rotation, cover crops, and the integration of biodiversity into agricultural systems. These practices can help to increase crop yields, reduce inputs, and improve soil health. Ultimately, this can lead to more sustainable and productive agricultural systems.

Ecological intensification can also help to reduce water pollution and climate change, as well as reduce the risk of pests and diseases. When ecosystems are suppressed under human management, they do not have sufficient time to regenerate themselves fully, resulting in the loss of biodiversity within the ecology and the emergence of more aggressive species. While many agricultural practices are designed to reduce input costs and increase efficiency, efforts to combat plant pests, weeds, and vegetative diseases, as well as aggressive invasive species that have developed resistance to pesticides, further undermine this expectation.

A growing number of terrestrial and aquatic pests, weeds, and diseases threaten agricultural products throughout the world. In order to manage economies and products effectively, continuous improvements and new approaches are necessary. In order to stop pesticide resistance and the spread of invasive species early, we need to control and increase the effectiveness of existing pesticides.

Management of invasive species is becoming increasingly important for vegetation managers due to the increase in biological invasions around the world. There is no doubt that invasive species interact with the ecosystem and its biodiversity, and the success of management depends on that interaction.

Further, invasive species destroy ecosystems and cause serious economic damage worldwide (McLeod, 2004; Low, 2009; Driscoll et al., 2014). There is an increase in species moving to new regions due to climate change, globalization, and human activity. Taking measures to prevent the introduction and substantially reduce the impact of invasive alien species on land and water ecosystems and controlling or eradicating priority species is something of global significance according to Sustainable Development Goal 15.8: "By 2020, prevent the introduction and reduce the impact of invasive alien species on land and water ecosystems." This requires international cooperation, coordinated action, and investment in research and management. It also requires collaboration and sharing of best practices between countries. Finally, it requires public awareness and engagement to ensure successful implementation. (Osborn et al., 2015).

Several harvestable agricultural crops are insured for all relevant biodiversity components (Kopp et al., 2023; Brooker et al., 2023). As well as, they support biocontrol agents and pollinators in order to generate harvestable products (Buzhdygan & Petermann, 2023). Agroecosystem sustainability can be improved by reducing chemical inputs, such as fertilizers, pesticides, and crop protection chemicals, by increasing biodiversity. Therefore, biodiversity is a major factor in agricultural productivity and sustainability. As a result, it is crucial to support the development of biodiversity conservation in agricultural areas so that agricultural practices can be made more productive and functional by taking advantage of the ecosystem services provided by biodiversity in order to preserve food production and sustainability. Biodiversity conservation should be seen as a long-term investment in agriculture and should be implemented through sustainable agricultural practices such as crop

rotation, cover crops, and integrated pest management. Furthermore, it is important to support research and the development of sustainable farming practices.

#### Benefits of Plant Diversity:

- 1) It improves air quality.
- 2) It protects against erosion.
- 3) It enriches the soil with organic matter.
- 4) It reduces soil fatigue.
- 5) They serve as a source of food and shelter for other living organisms in the ecosystem.
- 6) They serve as sources of gene material
- 7) There are also endemic species of pine, oak, juniper, sweetgum, and laurel trees, which are used for forestry and for raw material production.
- 8) They are used in medicine, pharmacy, and industry for extracts and chemicals.

#### Benefits of Animal Diversity:

- 1) It is used as a food source.
- 2) It is used to transport goods.
- 3) It is used in clothing.
- 4) They are used in medicine to develop vaccines
- 5) It is used in medicine for guinea pig purposes.
- 6) Some insects ensure the continuation of plant life and diversity by pollinating plants, thus ensuring the continuity of the ecosystem.
- 7) A significant part of insects ensure the decomposition of organic substances and their return to the soil.

8) Some insect species provide food sources for animals such as birds, fish and reptiles.

9) Sheep, goats, cows, cattle, horses, poultry and wild sheep species that are adapted to certain geographical and climatic conditions provide benefits related to animal husbandry.

10) Originally found trout, mullet, sea bream and fish species provide benefits related to fishing.

Protective measures must be taken, however, to prevent biodiversity loss, yield uncertainty due to climate change, gradual decrease in main resources like water, and consequent crop reductions.

By promoting and protecting ecosystem processes such as nitrogen regulation, decomposition, water retention capacity, as well as changing agricultural regulations, soil and its biological components not only provide biodiversity insurance, but also contribute to food security and sustainability through agriculture. Additionally, healthy soil can help to reduce water pollution and climate change by absorbing and storing carbon and regulating water flow. Furthermore, healthy soil can provide habitats for wildlife, helping to maintain biodiversity (Crotty et al., 2015). As a result, it is believed to create. In addition to soil physicochemical properties, many other factors influence soil resilience and productivity (Cardinale, 2011; Barrios, 2007). Agricultural biodiversity is mostly promoted as a mitigation strategy for threats associated with climate change and sustainability uncertainty (FAO, 2009). It is possible for small farmers without system market insurance to benefit from the relatively high biodiversity in agricultural soils by providing them with "biological insurance" against crop failures due to the ecosystem services provided by biodiversity (Diaz et al., 2006). In this case, biodiversity can provide ecological insurance and mitigate the effects of climate change, as shown by the "ecological assurance hypothesis" (Petchey, 2007). Consequently, the mother soil component contributes to a more predictable collective community or ecosystem product. Different species will react differently to

changing climate conditions. In terms of environmental, economic, and food safety benefits, soil biodiversity is important to society.

Keeping biodiversity in mind when farming is an ecological practice is a resource-conserving practice. The concept of conservation agriculture is also aimed at achieving acceptable yields while protecting the environment (FAO, 2008; Sithole et al., 2016). A viable alternative to intensive agriculture, this model has permanent soil cover, a diversity of crops, and reduced soil disturbance (FAO, 2008). There are concerns that organic agriculture is insufficient in its potential to produce acceptable yields, even though organic agriculture is promoted as a sustainable alternative to conventional agriculture with this goal (Seufert et al., 2012). In order to achieve sustainable and efficient organic agriculture, both sustainability and efficiency need to be achieved. This can be done by improving nutrient management practices and crop varieties, as well as increasing the use of cover crops and rotations. Additionally, organic agriculture should be supported by government policy and financial assistance.

Our aim was to review in this article the issue of how agricultural sustainability can be promoted. It is imperative to reconcile agriculture and biodiversity and ensure sustainability as much as possible without economic losses. The methods that can be applied for this purpose are listed below (Table 1).

*Table 1: Applications supporting biodiversity in agriculture*

Genetic diversity within crops	•Reduced pathogen levels due to pathogen-niche complementarity between genotypes.
	•Increased yield due to resource-use complementarity between genotypes.
	•Increased resilience under environmental variation due to compensatory responses between genotypes.
Mixed cropping	• Increased total yield due to light- and resource-use complementarity.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitation (e.g. by hydraulic lift, N-fixing legumes) between species.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased resilience under environmental variation due to compensatory responses between species.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced chemical inputs (fertilizer, plant protection).</li> </ul>
In-field cover crops	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Improved soil fertility and reduced soil erosion.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced weed pressure.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased trophic diversity and reduced pathogen levels.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased soil carbon storage.</li> </ul>
Field boarder plant diversity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased pollination and pest control by predators.</li> </ul>
Between-field crop diversity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insurance against broad-scale economic loss.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased farm-scale biodiversity.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased landscape services, including aesthetics.</li> </ul>
Plant–animal coculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased crop yield.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced chemical inputs (fertilizer, plant protection).</li> </ul>
Mixed grazing systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased animal yield.</li> </ul>
Mixed forest plantations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased carbon sequestration.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased resilience to extreme events.</li> </ul>
Plant protection practices based on the economic threshold	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservation of biodiversity.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced chemical inputs (plant protection).</li> </ul>
Mixed ecotypes within crop types	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prevent the emergence of resistant species.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased crop yield.</li> </ul>
Implementing integrated plant protection management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prevent the emergence of resistant species.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased crop yield.</li> </ul>

As a result of biodiversity effects, agriculture can be intensified ecologically as far as sufficient products and ecosystem services are concerned, such as soil health and carbon storage. It is

therefore possible to achieve ecological intensification through biodiversity management, especially through the reduction of chemical inputs, along with higher production levels and agroecosystem sustainability. This can be achieved by restoring degraded ecosystems, increasing the diversity of species, and using sustainable agricultural practices. Furthermore, the use of organic farming practices and the use of renewable energy sources can help to reduce environmental degradation and promote sustainability.

### Conclusion

A sustainable agriculture is vital to food security and economic growth because humans depend on it for food and sustenance. It is impossible to overstate the importance of biodiversity for productivity and resilience. Therefore, agriculture landscapes need to conserve biodiversity to protect food production and sustainability, as biodiversity provides ecosystem services that improve productivity and functionality. There have been some promising efforts made by FAO, the United Nations' agricultural agency, to promote biodiversity conservation in agriculture. The 2030 sustainable development agenda places a high priority on biodiversity in the context of sustainable agriculture and the economy. In spite of these positive results, more efforts are needed, especially from the agricultural and conservation sectors. Collaboration between these sectors will be helpful in identifying and facilitating effective methods of conserving biodiversity. Aside from planning and implementing environmental strategies, the society should engage more in environmental education. In this way, we can preserve natural resources and ensure that the next generation is able to take care of us because it is our duty to conserve and protect natural resources. This can be done through campaigns such as raising awareness of the importance of conserving natural resources, promoting sustainable practices, and educating people on the importance of protecting the environment. Governments should also provide financial support to organizations that are working towards conserving biodiversity.



It is also important to point out that implementing biodiversity-sensitive agriculture will give nature ample time to rejuvenate. Additionally, integrable agricultural practices can be developed through the arrangement of agricultural areas and the creation of natural and semi-natural habitats.

## References

Adenle, A., Wedig, K., & Azadi, H. (2019). Sustainable agriculture and food security in Africa: The role of innovative technologies and international organizations. *Technology in Society* 58, 1–17.

Altieri, M., Nicholls, C., & Fritz, M. (2016). *Manage insects on your farm: A Guide to Ecological Strategies*. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE), College Park, MD.

Brooker, R. W., Hawes, C., Iannetta, P. P. M., Karley, A. J., Renard, D., & Schmid, B. (2023). Plant diversity and ecological intensification in crop production systems. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtad015>

Benton, T. G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R., & Wellesley, L. (2021) *Food System Impacts on Biodiversity Loss*. Chatham House, 1–72. [https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-02/2021-02-03-food-system-biodiversity-loss-benton-et-al\\_0.pdf](https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-02/2021-02-03-food-system-biodiversity-loss-benton-et-al_0.pdf).

Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecology Economics* 64, 269–285.

Buzhdygan, O. Y., & Petermann, J. S. (2023). Multitrophic biodiversity enhances ecosystem functions, services and ecological intensification in agriculture. *Journal of Plant Ecology*, 16(6). <https://doi.org/10.1093/JPE/RTAD019>

Cardinale, B. (2011). Biodiversity improves water quality through niche partitioning. *Nature* 472, 86–89.

Crotty, F., Fychan, R., Scullion, J., Sanderson, R., & Marley, C. (2015). Assessing the impact of forage crops on soil biodiversity and abundance. *Soil biology and biochemistry* 91, 119–126.

Diaz, S., Fargione, J., Chapin, F., & Tilman, D. (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *PLoS Biology* 4.

Driscoll, D.A., Catford, J.A., Barney, J.N., Hulme, P.E., Inderjit, Martin, T.G., Pauchard, A., Pysek, P., Richardson, D.M., Riley, S., & Visser, V., 2014. New pasture plants intensify invasive species risk. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 111, 16622–16627 <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1409347111>

Epanchin-Niell, R.S., Hufford, M.B., Aslan, C.E., Sexton, J.P., Port, J.D., & Waring, T.M., 2010. Controlling invasive species in complex social landscapes. *Front. Ecol. Environ.* 8, 210–216 <http://dx.doi.org/10.1890/090029> .

FAO. (2008). *Soil macrofauna field manual: Technical level*. Food and Agricultural Organisation of The United Nations, Rome, Italy.

FAO. (2009). *Global Agriculture towards 2050*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, (2018). *The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050 | Global Perspectives Studies | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/en/c/1157074/>

Gliessman, S. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*, 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, USA.

Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture. *Critic Rev. Plant Sci.* 30, 95–124.

Kopp, E. B., Niklaus, P. A., & Wuest, S. E. (2023). Ecological principles to guide the development of crop variety mixtures. *Journal of Plant Ecology*, 16(6). <https://doi.org/10.1093/JPE/RTAD017>

Kumar, V. A. (2020). *Sustainable Development And Environmental Ethics*. [www.nesa-india.org](http://www.nesa-india.org)

Lodge, D.M., Williams, S., MacIsaac, H.J., Hayes, K.R., Leung, B., Reichard, S., Mack, R.N., Moyle, P.B., Smith, M., Andow, D.A., Carlton, J.T., & McMichael, A. (2006). Biological invasions: recommendations for US policy and management. *Ecol. Appl.* 16, 2035–2054 [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[2035:BIRFUP\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[2035:BIRFUP]2.0.CO;2).

Low, T. (2009). Invasive Species: One of the Top Three Threats to Australian Biodiversity. Backgrounder, Invasive Species Council (April 2009).

McLeod, R. (2004). Counting the Cost: Impact of Invasive Animals in Australia. Cooperative Research Centre for Pest Animal Control, Canberra.

Moore, E. (2015). Drought management factsheet (No. 8), Tillage, residue management and their effects on soil moisture. Agriculture and Agri-Food Canada, Canada.

Mueller, L., Sychev, V. G., Dronin, N. M., & Eulenstein, F. (Eds.). (2021). *Exploring and Optimizing Agricultural Landscapes*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67448-9>

Osborn, D., Cutter, A., & Ullah, F. (2015). Universal Sustainable Development Goals: Understanding the Transformational Challenge for Developed Countries. Stakeholder Forum, London.

Petchey, O. (2007). Effects of environmental variability on ecological communities: testing the insurance hypothesis of biodiversity in aquatic microcosms, in: Vasseur, D., McCann, K. (Eds.), *The Impact of Environmental Variability on Ecological Systems*, The Peter Yodzis Fundamental Ecology Series. Springer, Dordrecht.

Pretty, J. (2008). Agricultural Sustainability: Concepts, principles and evidence, *Philosophical Transactions of The Royal Society. Biological Sciences* 363, 447–465.

Schmid, B., & Schöb, C. (2022). Biodiversity and ecosystem services in managed ecosystems. In Loreau M, Hector A, Isbell F (eds). *The Ecological and Societal Consequences of Biodiversity Loss*. London: Wiley-ISTE.

Sithole, N., Magwaza, L., & Mafongoya, P. (2016). Conservation agriculture and its impact on soil quality and maize yield: A South African perspective. *Soil. Till Rese.* 162, 55–67.

Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. (2012). Comparing yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485, 229–232.

Thomas, A., Alpha, A., Barczak, A., & Zakhia-Rozis, N. (2022). **SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS FOR FOOD SECURITY** Need for combination of local and global approaches.

# Bitkisel Üretimde Tarla ve Bahçe Tarımı

Bitkisel üretim sektöründe, tarla bitkilerinin önemi yadsınamaz bir gerçektir. Dünyada olduğu gibi Ülkemizde de bitkisel üretimde verimlilik ve etkinlik düzeyinde önemli artışların olduğu göze çarpmaktadır. Küresel iklim değişikliği, nüfus artışı ve gıda güvenliği gibi konular, tarımsal üretim sürecini etkilemektedir. Bu durum üreticileri yeni bitki desenlerine yönelmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda tarım sektörü, sadece ülkemizde değil küresel bazda çok ciddi dönüşümler geçirmektedir. Küresel ısınmayla birlikte, yağışların az ve aylara göre düzensiz dağılımı, bitkisel üretimde aksamalara neden olmaktadır. Bu nedenle kuru tarım bölgelerine uygun bitki seçimleri yapılarak bu sorunun önüne geçilmelidir. Gelişmelere paralel olarak klasik tarla bitkileri yetiştiriciliği yanında, gıda krizlerinden etkilenmemek adına yeni bitki desenleri oluşturulması kaçınılmaz olmuştur. İnsan beslenmesinde en önemli pay tahıllar ve endüstri bitkileri gruplarında yer almaktadır. Sulanabilen alanlarda yetiştirilebilecek tarla bitkileri yanında kuraklığa dayanıklılığı yüksek bitkilerin belirlenmesi de önem arz etmektedir. Bitkisel üretimde, tarla şartlarında güncel yaklaşımların ele alındığı bu kitapta, ülkemiz şartlarında yetiştirilen ve kuru şartlarda yetiştiriciliği yapılabilecek bazı tarla bitkileri ele alınmıştır. Bilimsel sonuçların ortaya konduğu kitabın, tarım ve gıda sektörü ile uğraşan üreticilere, akademisyenlere ve öğrencilere yararlı olacağını umit ediyorum. Bu vesile ile kitabın hazırlanmasında emeği geçen değerli akademisyenlerimize ve basımında görev alan tüm ilgililere teşekkürlerimi sunarım.