

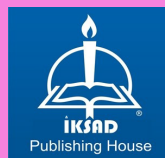


# FARKLI YÖNLERİYLE KABAKGİLLER ÜZERİNE BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Fikret YAŞAR

Doç. Dr. Özlem ÜZAL



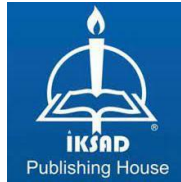
# FARKLI YÖNLERİYLE KABAKGİLLER ÜZERİNE BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

## EDİTÖRLER

Prof. Dr. Fikret YAŞAR  
Doç. Dr. Özlem ÜZAL

## YAZARLAR

Prof. Dr. Ahmet BALKAYA  
Prof. Dr. Atilla DURSUN  
Prof. Dr. Fikret YAŞAR  
Prof. Dr. Kazım MAVİ  
Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU  
Prof. Dr. Özlem ALTUNTAŞ  
Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN  
Doç. Dr. Dilek KANDEMİR  
Doç. Dr. Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ  
Doç. Dr. M. Zeki KARİPÇİN  
Doç. Dr. Özlem ÜZAL  
Doç. Dr. Sıtkı ERMİŞ  
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM  
Arş. Gör. Dr. İbrahim Kutalmış KUTSAL  
Dr. Yadigar Leyla DOĞAN  
Zir. Yük. Müh. Emine POLAT  
Zir. Yük. Müh. Kübra ÖZMEN  
Zir. Yük. Müh. Lütfullah BAŞLAK  
Zir. Yük. Müh. Ömer ÖZTAŞ  
Zir. Müh. Melek Nur ÖZDEMİR  
Zir. Müh. Sadi ERDAL  
Zir. Müh. Suzan DEMİR



Copyright © 2024 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2024©

**ISBN: 978-625-378-031-9**

Cover Design: Özlem ÜZAL, Fikret YAŞAR

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

### BÖLÜM 1

#### KABAK TÜRLERİNDEKİ ÇEŞİTLİLİK (Pumkin, Squash, Gourd)

Doç. Dr. M. Zeki KARİPÇİN.....3

### BÖLÜM 2

#### YAZLIK VE KIŞLIK KABAK TÜRLERİNİN TÜRKİYE SEBZE ÜRETİMİNDE MEVCUT DURUMU, YAPISAL ANALİZİ, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Doç. Dr. Dilek KANDEMİR

Zir. Müh. Melek Nur ÖZDEMİR

Prof. Dr. Ahmet BALKAYA.....23

### BÖLÜM 3

#### SÜS KABAKLARININ MORFOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ VE EKONOMİK DEĞERİ

Zir. Müh. Sadi ERDAL

Doç. Dr. Sıtkı ERMİŞ.....51

### BÖLÜM 4

#### SÜS KABAKLARININ KULLANIM ALANLARI VE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ

Prof. Dr. Atilla DURSUN.....83

### BÖLÜM 5

#### ÜLKEMİZ SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİ İÇİN ALTERNATİF BİR TÜR, DİKENLİ KAVUN (*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex. Naudin)

Ziraat Müh. Suzan DEMİR

Yük. Müh. Kübra ÖZMEN

Prof. Dr. Kazım MAVİ.....123

## **BÖLÜM 6**

### **KABAKGİLLERİN BESİN GEREKSİNİMLERİ VE GÜBRELEME**

Yük. Zir. Müh. Ömer ÖZTAŞ

Prof. Dr. Fikret YAŞAR.....143

## **BÖLÜM 7**

### **KABAKGİLLERDE AŞILAMA**

Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

Zir. Yük. Müh. Emine POLAT

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM.....199

## **BÖLÜM 8**

### **KABAKGİLLERDE TUZ STRESİ**

Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN.....285

## **BÖLÜM 9**

### **KABAKGİLLERDE BİTKİ BÜYÜMESİNİ DESTEKLEYEN RİZOBAKTERİLERİN (PGPR) KULLANIMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ ROLÜ**

Dr. Yadigar Leyla DOĞAN

Doç. Dr. Özlem ÜZAL.....295

## **BÖLÜM 10**

### **SU STRESİ KOŞULLARINDA KAVUN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE PGPR UYGULAMALARININ BÜYÜME VE VERİM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Prof. Dr. Özlem ALTUNTAŞ

Arş. Gör. Dr. İbrahim Kutalmış KUTSAL.....333

## **BÖLÜM 11**

### **DIŞARIDAN YAPILAN MELATONİN UYGULAMALARININ ÜŞÜME STRESİ ALTINDAKİ HIYAR (*Cucumis sativus* L.) FİDELERİNİN MİKRO ELEMENT ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

Yük. Zir. Müh. Lütfullah BAŞLAK

Doç. Dr. Özlem ÜZAL.....355

## ÖNSÖZ

*Cucurbitaceae* (Kabakgiller) familyası kabak, hıyar, kavun, karpuz ve benzeri çok sayıda ekonomik değeri yüksek türü barındıran bir ailedir. İnsanlık tarihi kadar eski bir geçmişe sahip, sofralarımızın ve bahçelerimizin vazgeçilmez lezzetlerindedir. Bu kitap, kabakgillerin binlerce yıllık hikâyesini, botanik özellikleri, yetiştirilme teknikleri, ekolojik dengedeki rollerini kapsamlı bir şekilde ele alıyor. Kabakgiller, sadece lezzetli meyveleriyle değil, aynı zamanda zengin besin içeriği ve estetik görünümüyle de dikkat çeken bir sebze grubudur. Kabakgillerin süs bitkisi olarak peyzaj mimarisinde ve süsleme sanatında kullanımı da oldukça yaygındır. Bu kapsamlı çalışmanın, kabakgiller hakkında daha derin bir anlayış kazanmanıza yardımcı olacağını umuyoruz.

Tohumdan sofraya uzanan bu yolculukta, kabakgillerin gizemli dünyasına pek çok akademisyen ve araştırmacı arkadaşımız ile birlikte yola çıktık. Yoğun işleri arasında bilim adına kıymetli vakitlerini ayırarak böyle bir eserin ortaya çıkmasına vesile oldukları için kendilerine ayrı ayrı teşekkür ediyoruz. Ayrıca kitabın basımını üstlenen İKSAD yayınevine de teşekkürlerimizi arz ederiz. Bu kitabın üreticilerimizden öğrencilerimize sektörde hizmet veren tüm kesimlere yararlı olmasını dileriz.

Saygılarımızla

Prof. Dr. Fikret YAŞAR<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Özlem ÜZAL<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye.  
fyasar@yyu.edu.tr, Orcid ID:0000-0001-6598-8580

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye.  
ozlemuzal@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1538-820X



## **BÖLÜM 1**

### **KABAK TÜRLERİNDEKİ ÇEŞİTLİLİK (Pumkin, Squash, Gourd)**

Doç. Dr. M. Zeki KARİPÇİN<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544247>

---

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Siirt, Türkiye.  
zkaripcin@siirt.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-0105-6052





## GİRİŞ

Cucurbitaceae familyasının isim babası olan kabak türlerindeki muazzam çeşitlilik her açıdan dikkati çekmektedir. Kültüre alınmasından önce ve sonraki değişimlerle meydana gelen çeşitliliğin farklı alanlarda kullanımına yol açmıştır.

Beslenme kültüründen dekoratif/peyzaj alanlarındaki kullanımına kadar alan bulabilecek zenginlikte çeşitliliğe sahip olan kabak türlerindeki farklılıklar, gerek melezlemelerle gerekse doğal mutasyonlardan kaynaklı olabilmektedir. Lif elde edilebilecek nitelikte olabildiği gibi, mutfaklarda kap/kacak olarak da kullanılmıştır. Yazlık ve olgunlaşmadan tüketile bilindiği gibi, yazlık fakat olgunlaşan meyveleri tüketilen çeşitleri de mevcuttur. Kışlık türlerin yanında yağ içeriği yüksek türleri mevcut olup, çerezlik kabak çeşitleri de vardır. Kabak türlerindeki muazzam çeşitliğin üstün yönlerinden, kabakgiller ailesindeki diğer sebzelerin bazıları da istifade etmiştir; fusaryum patojeniyle bulaşık alanlarda karpuz ve kavun sebzelerine anaç görevi olarak da kullanılabilinmektedir.

*Cucurbitaceae* familyasının üyeleri antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik özellikler taşımaktadırlar. Polifenol, tanen ve lebette kukurbitasin kaynağıdırlar. Kanser ve obezite hastalıklarının en önemli belirtilerinden biri de oksidatif stress varlığıdır. Oysa kabak sebzelerinin birçok türünde *cucurbitacin* (antioksidan) B ve E mevcuttur (Shah ve ark., 2014; Jamuna ve ark., 2015; Rolnik ve Olas, 2020). Bu derleme makalesinde kabak türlerindeki çeşitlilik, farklı yönleriyle incelenmiştir.

## 1. AYIRT EDİCİ ÖZELLİKLER

### 1.1. Pumkin, Guard, Squash Terimlerinin Kökenleri

Pumpkin ismi, bu familyanın *Cucurbita* cinsinin kültüre alınmış bitkilerce üretilmiş ve yenilebilir kabaklar için kullanılmaktadır. Pumpkin kelimesi İngilizce bir kelimedir ancak Yunanca pepon kelimesinden türetilmiştir. Pepon kelimesi ise güneşte kurutulmuş karpuz anlamı taşımaktadır (Andrews, 1958; Paris ve Janic, 2008; Paris, 2015). Gerard (1597)'un tespitlerine göre *C. pepo* meyvelerine İngiltere'de pompeion denilmiş ve bu kelime sonra pumpkin olarak dönüşüm yaşamıştır. Bu tanımlamaların özetini çıkaran Paris (2016)'a göre büyük, yuvarlak ve yenilebilir kabaklar pumpkin diye adlandırılmaktadır.



**Resim 1:** Hasat Zamanı Gelmiş Pumkin Kabakları (URL-1)

Squash kelimesi Amerika yerlilerinin bu meyve için kullandıkları asq kelimesinin çoğul hali olan asquash kelimesinden türetildiği Trumbull (1876) tarafından saptanmıştır. Bu kelime ile tabir edilen kabakların, olgunlaşmadan yenebilmesi ve yuvarlak meyve şeklinden ziyade uzun veya düz meyve şekline sahip olduğu söylenebilir (Paris, 2016).



**Resim 2:** Warded (URL-2)



**Resim 3:** Scallop (URL-3)

Gourd tabiri ise kültüre alınmış kabaklardan veya yabani kabak formlarından elde edilen küçük, acı, lifli meyvelere sahip kabaklar için kullanılmaktadır. Paris (2016)'nın tespitlerine göre bu kelime Janick ve ark. (2007)'nin de belirttiği üzere Yunanca *kolokynta* kelimesi ile latince *cucurbita* kelimelerinden üretilmiştir. Bailey (1943)'nin araştırmalarına göre ise bu kelime tüm *cucurbit* cinslerini kapsadığından genel isim olarak da kullanılmalıdır. Croockneck veya straightneck kabakları *cucurbitaceae* familyasının isim babaları sayılır zira Rolnik ve Olas (2020)'e göre *Cucurbitaceae* familyasının adının Latince'den geldiği, *corbis* kelimesinin (bottle veya basket) Türkçe 'de şişe veya sepet anlamına geldiğini belirtmektedir. Gourd terimi, yenmesi zor kabak türleri için kullanılmaktadır. Bu türler daha çok tas, tabak, kuş yuvası vb amaçlar için veya çeşitli dekorasyonlarda kullanılmaktadırlar (Paris, 1989).

## **1.2. *Lagenaria* & *Cucurbita***

Bailey (1929)'a göre *Lagenaria*'nın, Linnaeus ve diğer botanikçilerce kabakgiller ailesine dahil ettiğini yazmıştır. *Lagenaria* cinsinin *cucurbita* cinsinden ayıran en önemli farkın çiçek renginin olduğu;

*Lagenaria* cinslerinin beyaz, *Cucurbita* ise sarı çiçeklere sahiptirler. Yabani gourd meyveleri bitki ölümünden sonra oldukça uzun süre bozulmadan tarlada veya depoda kalabilmektedir hatta içi boşalarak adeta tohum kutusu görevi yapar gibi kalmaktadır.



**Resim 4:** Round, Smooth rinded (URL-4)



**Resim 5:** Oviform (Karipçin, 2012)

### 1.3. Morfolojik ve Pomolojik Farklılıkları

Pumpkin ve squash bitkileri yabanilerinden farklı bitki morfolojisine sahiptirler. Yabani türlere göre daha büyük ve geniş yaprak ve çiçeklere sahipler. Daha kalın saplara ve daha büyük ve daha az acı meyvelere sahipler ayrıca daha az dallanma göstermektedirler. Daha kalın pedinküllere sahip olup daha büyük tohumlara da sahipler. Yabani türlere nazaran bazı meyvelerinde lignin noksan olup, çok çeşitli şekil, boyut ve renklerde meyvelere sahipler. Meyveleri hem daha etli hem de daha fazla nem içermektedirler. Yabani türlerin meyveleri daha kaba liflidir (Paris, 2016). Pumpkin kabakları derin dilimli meyvelere sahiptir.

Gourd türlerinin subsp. *pepo* ve subsp. *texana* arasında ara konuma sahip olduğundan dolayı tüm *C. pepo* türlerinin atası olma ihtimalinin

olduğu Gong ve ark. (2012) tarafından bildirilmiştir. Meyve şekli ile tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmacıların (Sinnott ve Durham 1929 ; Paris, 1989 ve 2000; Paris ve Nerson, 2003) da belirttiği üzere, atalarına benzerlik gösteren türlerin meyve eni ile boyu arasında 1:1 oranı mevcut olmaktadır. Yabani atalarına benzerlik gösteren bu türlerin meyveleri olgunlaştıktan sonra tüketilmektedir. Yassı veya uzun meyveli olanların ise genç meyveleri yani meyveleri olgunlaşmadan tüketilmektedir. Bu türlerin olgun meyveleri atalarından kalma özellikler olan dış kabuk kalınlığında artış, zayıf meyve eti ve küçük tohumluluk belirlemektedir. Squash türlerinin olgunlaşmayan meyveleri tüketilmektedir. Bu türün tohumluk için bekletilen meyvelerinin dış kabuk rengi daha canlı renklere bürünmekte ve meyve iç eti azalmakta ve elbette genetiğindeki küçük tohumları da sertleşmektedir. Avrupa ve Amerika gibi ülkelerde özellikle sonbahar mevsiminde dekorasyon amacıyla gourd diye tabir edilen kabaklar yetiştirilmektedir (Paris, 2000; 2007).

*C. pepo* türünden; Pumpkin, Warty, Round Smooth-rinded ile *C. texana* türünden; Scallop ve Acorn kültür grupları en boy oranı açısından atalarıyla benzerlik göstermektedir. Bununla beraber, *C. pepo* türünden; Vegetable Marrow, Cocozelle ve Zucchini kültür grupları ile *C. texana* türünden; Oviform Smooth-rinded, Crookneck ve Straightneck kültür grupları ise meyve en boy oranı açısından benzerlik göstermemektedirler. En boy oranı açısından atalarına benzemeyen kültür gruplarının tümünün ham meyvelerinin üretimi için kullanılması diğer grup bitkilerin ise olgunlaşmış meyveleri için üretilmiş olması

ilginç bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. İstisna olarak pumpkin grubunun bazen yaz sebzesi olarak içi doldurularak kullanımını gösterebiliriz. Scallop grubu meyveleri olgunlaşmadan tüketilmektedir. Zira dış kabukları odunsu olduğundan dolayı olgunlaştığında yenmeyecek kadar sertleşmektedir. Genç meyveleri ise istenen gevreklikte olmaktadır. Alefeld (1866) Scalloplara latince *C. pepo clypeata* olarak isimlendirmiştir (Paris, 1989; 2000). Paris (1989)' a göre Acorn kabakları, pumpkin ve scallop grupları arasında tesadüfen melezleme sonucunda ortaya çıkma ihtimalindedir. Bu hipotez, botanik kayıtlara ve genetik ilişkilere ait şimdiki mantıklara da uymaktadır.



**Resim 6:** Crookneck (URL-5)



**Resim 7:** Straightneck (URL-6.)

Pumpkin olarak adlandırılan kabaklar, cadılar bayramında kullanıldığı gibi meyveleri ve çekirdekleri için de kullanılmaktadırlar. Meyve şekil ve boyutlarındaki farklılıklar yabancı tozlanma oranının yüksek olmasından veya fazla kendilemelerden ortaya çıkan kendileme depresyonundan kaynaklanabileceği gibi iklim koşullarından dolayı da meyve şeklini tam almadan olgunlaşmalar veya henüz döllenmeden boyutlarını kazanmalar gibi etkenler de etkili olmaktadır. Eski zamanlarda Meksika ve Guatemala kültür kabaklarının neredeyse

tamamı pumpkin diye tabir edilen kabak türlerinden oluşmaktaydı. Ancak o zamanki pumpkin meyveleri basık, küresel, basık küresel, oval hatta kısa dikdörtgen şekilli meyvelere sahiplermiş (Zhiteneva, 1930).

#### **1.4. Cocozelle, Marrow ve Zucchini**

Pumpkin, Cocozelle, Marrow ve Zucchini türleri *Cucurbita pepo* subps. *pepo*, *scallop*, *acorn*, *crookneck* ve *straightneck* türleri ise *Cucurbita pepo* subps. *texana* grubunda yer almaktadırlar. Zucchini ve Cocozelle kabakları yakın zamanda ortaya çıkmıştır.

Squash ve pumpkin türü kabaklar neredeyse tüm dünyada elbette uygun iklime sahip yerlerde yetiştirilmektedir. *Cucurbita* cinsinin pazar değeri en yüksek türü *C. pepo* subps. *pepo* Zucchini grubuna aittir (Paris, 2008). Bununla beraber pumpkin çeşitleri olgunlaşmış meyveleri, çeşitli festivallerde (Cadılar Bayramı ve Oktoberfest vb.) süs veya kostüm olarak kullanılmaktadır. Pumpkin türleri içerisinde kabuksuz tohumlara sahip olan türler de mevcuttur. Hem kabuksuzları hem de kabukluları çerez olarak tüketilen pumpkin çeşitlerinin kabuksuz tohumlara sahip çeşitler özellikle yağ elde etmek için de üretilmektedir. Hem squash hem de pumpkin türü kabakların yaprakları insan ve hayvanlar için beslenmede kullanılabilirliği gibi, bol yapraklı olmalarından istifade edilerek peyzaj alanlarının süslenmesinde de kullanılmaktadır zira bunlar çok hızlı yaprak üretmektedirler (Ferriol ve Pico 2008; Lelley ve ark. 2010; Loy, 1988 ).



19. yüzyılın son zamanlarında vegetable marrows, cocozelles, zucchini ve acorn kabakların modern formları Avrupa kıtasında ortaya çıktığı saptanmıştır.

*Cucurbita pepo* L. meyveleri çok farklı şekillere ve ebatlara sahiptirler. Adlandırmalarının zor olmasının yegâne sebebi ise her bölgede farklı isimlendirilmiş olmasıdır. Ancak sekiz grubun mutfak kültüründe kullanıldığı bilinmektedir. Yuvarlağımsı veya yuvarlak meyvelere sahip kış kabağı (winter squash), yenilebilir olgun meyvesi olan kabaklar için kullanılmaktadır (Paris, 1989). Zucchini ve cocozelle terimleri İtalyancadan gelme olmalı zira cocozelle, İtalyanca'daki cocozza kelimesinden türetilmiştir. Zucchini kelimesi ise yaz kabağı (summer squash) teriminin İtalyanca dilindeki çoğulu anlamındadır. Gerek cocozelle gerekse zucchini terimleri özellikle ABD'de İtalyan kabak formları için kullanılmaktadır (Tapley ve ark., 1937). Kısacası, şimdiki bilgiler ışığında, vegetable marrows, cocozelles, ve zucchini kabaklarının doğrudan pumpkin kabaklarından değil, melezleme yoluyla türetilmiş olabileceği ihtimalinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu konudaki araştırmalar hem squash hem de pumpkin gruplarında yeni çeşitlerin ortaya çıkmasında tüketici talepleri ve artan adaptasyonların etkili olduğunu göstermiştir. Artan taleplere paralel olarak squash gruplarında yaprak pürüzsüzlüğünden, kademeli hasata dayanıklılıklara kadar üretici ve ürün kalitesi için önemli özellikler, yeni çeşitlerin geliştirilmesinde yol gösterici olmuştur. Bu nedenle ilk squash çeşitleri ile modern çeşitler arasındaki en büyük farkın yapraklardaki pürüzsüzlüktür. Yine çalı tipinden dallanma sayısı az ve

hızlı büyüyen çeşitler piyasaya hâkim olmuştur. Bu sebzelerin zamanla değişim nedenlerinden biri de meyve rengindeki değişimlerdir. Hasat kolaylığı sağlayan sarı meyveli çeşitler sayıca artmaktadır. Zira Paris (1989)'un da belirttiği gibi sarı meyveli kabaklar % 25 daha hızlı hasat sağlamaktadır. Gelişen ülkelerde zucchini kabakları pumpkin grubundan daha fazla talep görmektedir. Avrupa ve Orta Doğu tüketicilerinin taleplerine paralel olarak daha yavaş büyüyen ancak daha ince ebatlara sahip meyvelere sahip çeşitler gün gittikçe artmaktadır (Schaffer ve Boyer, 1984; Paris, 1986 ve 1989).



**Resim 8:** Marrows (URL-7)



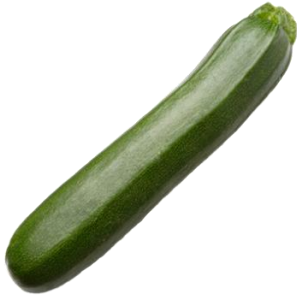
**Resim 9:** Cocozelle (URL-8)

İlginç olan en önemli husus ise tüm kabak türlerinin birbirleriyle çaprazlanabilir olmasıdır. Çok fazla çeşitliliğin nedenlerinden birinin de bu olduğunu söyleyebiliriz. Ancak çoklu genle kontrol edilen meyve şeklinin (Sinnott, 1935) kabaklarda bu kadar fazla olması aynı zamanda çok düşündürücü olmaktadır.

### **1.5. Besin İçerikleri**

Turuncu renkli meyve etine sahip kabakların daha yüksek karotenoidler içermektedirler. Yağ içeriği yüksek pumpkin türü kabak tohumlarından

elde edilen yağ, salatalarda kullanılacak kadar kaliteli ve faydalıdır (Goodwin, 1980; Schaffer ve ark. 1986). Yaz squash grubu kabakların vitamin ve mineral madde kapsamı diğerlerine nazaran daha düşük seviyededir (Lorenz, 1949). Pumpkin kabak türlerinin de olgunlaşmamış meyveleri mutfakta diğer türlere nazaran az da olsa kullanılmaktadır. Çok fazla endokarpa sahip bu kabakların endokarpları çıkarıldığında büyük bir alan oluşmaktadır ve boşluğun içi çeşitli sebzelerle doldurularak kullanılmaktadır. Pumpkin kabakları hem yağ elde etmek hem de meyvelerinden istifade etmek için üretilmektedirler. Pumpkin kabaklarının tohumları anthesisden 50 hatta 60 gün sonra bile gerçek büyüklüğüne ulaşmazlar. Pumpkins kabaklarıyla kışlık squash kabaklarının sağlıklı yetiştirme koşullarının sağlanması için her dalda bir meyve olması dolayısıyla bu tür kabak bitkilerinin çok dallanmaları istenmektedir. Ayrıca meyvelerin uzun süre bitki üstünde kalması da düzgün kanopiyle alakalı olup, çoklu dallanma düzgün kanopi oluşmasını da sağlamaktadır (Wien, 1997; Loy, 2012).



**Resim 10:** Zucchini (URL-9)



**Resim 11:** Acorn (URL-10)

## 1.6. Etken Madde İçerikleri

İncelediğimiz kabak gruplarında etken madde içerikleri de farklıdır. Kukurbitasinler (*cucurbitacins*), şüana kadar kabakgiller familyasının 900 türünden sadece 100 türünde tespit edilmiştir. Bu etken maddenin varlığı acılıkla belirlenmektedir. Kukurbitasin en fazla köklerde yer almaktadır. Kabak türlerinin kökleri değil meyveleri tüketilmektedir. Şu anki yenilebilir meyvelere sahip türlerin olmasını yıllar içinde acı (etken maddece zengin) ve hatta zehirli türlerin elenmesine bağlayabiliriz. Kukurbitasinlerden en az acı olanı *cucurbitacin E* glikozididir. Bu glikozid yaklaşık olarak 2 ppm konsantrasyonunda bulunur. Ancak acı meyveler üretenlerde bu miktar 930 ila 3100 ppm gibi yüksek *cucurbitacin E* konsantrasyonlarda mevcut olabilir (Gry ve ark., 2006). Sarı, düz çizgili kabaklarda (squash) *cucurbitasin E* bulunmaktadır ki bu form en düşük *cucurbitasin* formudur.

*Cucurbitasin* miktarı meyveden daha çok köklerde yer almaktadır. Fide döneminde gerçekleştirilen *cucurbitasin* analizlerinde kabak türlerinden pumkin grubunun diğer gruplara göre hem kök (D hariç) hem de kotiledon yapraklarında (C ve I hariç) *cucurbitasin* olduğu, B *cucurbitasin* açısından ise Squash grubu kabakların köklerinin daha fazla zengin olduğu bildirilmiştir (Gry ve ark., 2006).

Gry ve ark. (2006)'nın araştırmasında Enslin ve ark. (1954)'nin squash fide köklerindeki acılığın *cucurbitacin E*'den kaynaklandığını, ayrıca yine köklerde *cucurbitacin B* ve *cucurbitacin I* mevcut olduğunu, kotiledonlarda daha az (orta düzeyde) konsantrasyonlarda *cucurbitacin B* ve daha az konsantrasyonda ise *cucurbitacin D* ve *cucurbitacin E*

saptadıklarını, aynı araştırmacıların squash suşlarında bu etken maddeye rastlamadıklarını belirtmiştir. Hem Rehm ve ark. (1957) ile Rehm (1960) hem de Guha ve Sen (1975)'in bulgularıyla yola çıkan Gry ve ark. (2006), *Lagenaria siceraria* türlerinde her bir kökte 100 mg kukurbitasin içerdiklerini, tatlı meyveli türlerin köklerinin dahi acılık içermediğini, acılığın bu konuda belirteç olduklarını zira acı meyveli türlerin hem köklerinde hem de kotiledonlarında *cucurbitacin* E ve *cucurbitacin* B ve *cucurbitacin* I emarelerinin olduğu, bir başka çalışmalarında yine meyve, yaprak ve köklerde *cucurbitacin* B ve *cucurbitacin* D saptanmıştır.

## 2. SONUÇ

Başta pumkin, squash ve guard kabakları hem morfolojik hem de pomolojik farklılıkları nedeniyle çok çeşitli alanlarda (mutfak, peyzaj, yetiştiricilik vb.) yetiştirilen sebzelerdendir. Bu çeşitlilik, insanoğluna bu türlerden farklı şekillerde faydalanma imkanını sunmaktadır (Dhillon ve ark., 2017). Kültüre alınan ilk bitkilerden olan bu türler, canlıların beslenmesinde önemli yerlere sahip olmuştur. Yeni gelişmeleri de sağlamıştır (solgunluk hastalığının bulaşık olduğu alanlarda karpuz anacı olarak kullanımı). Zeigler (2019)'un da belirlediği gibi her ne kadar ürün miktarı artışı sağlanmış olsa da, beslenme için gerekli mineral ve vitamin noksanlıkları gelişmiş ülkelerde bile görülmektedir. Morfolojik ve pomolojik farklılıklar gösteren kabaklar, içerdiği etken madde bakımından da farklılıklar göstermektedir. Bu çeşitlilik aynı zamanda çeşitli kullanım imkânı da sağlayarak canlıların beslenmesindeki önemini korumaktadır. Yüzyıllar

boyunca doğada değişik iklim koşullarına adaptasyon sağlayarak günümüze ulaşmış bu türlerin, ileride yaşanacak çeşitli stres koşullarına dirençli besin sağlayan ürünler üretiminde önemli yerlere sahip olunacağı tahmin edilebilir (Henkhaus, 2020). Çeşitlilikler gelecekteki çalışmaların önemli materyalleri olacaktır. İlerideki çalışmaları programlamasında da bu çeşitliliğin yol göstericiliğinden faydalanılacaktır (Grumet ve ark., 2021). Zira farklı bölgelerdeki farklı kullanım amaçlarına uyum göstermektedirler. Bu nedenle bu türler dünya çapında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Alefeld, F. (1866). *Landwirtschaftliche Flora*. Wiegandt und Hempel, Berlin.
- Andrews, A.C. (1958) Melons and watermelons in the classical era. *Osiris* 12:368–375.
- Bailey, L.H. (1929). The domesticated *Cucurbitas*. *Gent. Herb.* 2:62-I 15.
- Bailey, L.H. (1943) *Species of Cucurbita*. *Gentes Herbarum* 6:266–322.
- Dhillon, P.S., Sanguansil, S., Singh, S.P., Masud, M.A.T., Kuman, P., Bharathi, L.K., Yetisir, H., Huang, R., Canh, D.X., McCreight, J.D. Gourds: Bitter, bottle, wax, snake, sponge and ridge. In *Genetics and Genomics of Cucurbitaceae*; Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2017; pp. 155–172.
- Enslin, P.R., Joubert, T.G., & Rehm, S. (1954) Bitter principles of the *Cucurbiaceae* II. Paper chromatography of bitter principles and some applications in horticultural research. *J.S. Afr. Chem. Inst.*, 7:131-138.
- Ferriol, M., & Pico, B. (2008) Pumpkin and winter squash. In: Prohens J, Nuez F (eds) *Handbook of plant breeding, vegetables I*. Springer, New York, pp 317–349.
- Gerard, J. (1597) *The herball or generall historie of plants*. John Norton, London, pp 772–776
- Gong, L., Paris. H.S., Nee, M.H., Stift, G., Pachner, M., Vollmann, J., & Lelley, T. (2012) Genetic relationships and evolution in *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd) as revealed by simple sequence repeat polymorphisms. *Theor Appl Genet* 124:875–891.
- Goodwin, T.W. (1980) *The biochemistry of the carotenoids*. Chapman and Hall, New York.
- Gry, J., Søborg, I., & Andersson, H.C. (2006). *Cucurbitacins in Plant Food*; Nordic Council of Minister: Copenhagen, Denmark, pp. 15–38.

- Grumet, R., McCreight, J. D., McGregor, C., Weng, Y., Mazourek, M., Reitsma, K., ... & Fei, Z. (2021). Genetic resources and vulnerabilities of major cucurbit crops. *Genes*, 12(8), 1222.
- Guha, J., & Sen, S.P. (1975) The Cucurbitacins – A Review. *The Plant Biochemical J.*, 2:12-28.
- Henkhaus, N., Bartlett, M., Gang, D., Grumet, R., Jordon-Thaden, I., Lorence, A., ... & Stern, D. (2020). Plant science decadal vision 2020–2030: Reimagining the potential of plants for a healthy and sustainable future. *Plant direct*, 4(8), e00252.
- Jamuna, S., Karthika, K., & Paulsamy, S. (2015). Phytochemical and pharmacological properties of certain medicinally important species of Cucurbitaceae family—A review. *J Res Biol*, 6, 1835-1849.
- Janick, J., Paris, H.S., & Parrish, D.C. (2007) The cucurbits of Mediterranean antiquity: identification of taxa from ancient images and descriptions. *Ann Bot* 100:1441–1457.
- Lelley, T., Loy, J.B., & Murkovic, M. (2010) Breeding oil seed pumpkins. In: Vollmann J, Rajcan I (eds) *Handbook of plant breeding*, vol 4., Oil crops Springer, New York, pp 469–492.
- Lorenz, O.A. (1949) Growth rates and chemical composition of fruits of four varieties of summer squash. *Proc Am Soc Hort Sci* 54:385–390.
- Loy, J.B. (1988) Improving seed yield in hull-less strains of *Cucurbita pepo*. *Cucurbit Genet Coop Rep* 11:72–73.
- Loy, J.B. (2012) Breeding squash and pumpkins. In: Wang Y-H, Behera TK, Kole C (eds) *Genetics, genomics and breeding of cucurbits*. CRC Press, Boca Raton, pp 93–139.
- Paris, H.S. (1986) A proposed subspecific classification for *Cucurbita pepo*. *Phytologia* 61:133–13.



- Paris, H.S. (1989) Historical records, origins, and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Econ Bot* 43:423–443.
- Paris, H.S., (2000) History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *Hort Revs* 25:71–170.
- Paris, H.S., & Nerson, H. (2003) Seed dimensions in the subspecies and cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *Genet Resour Crop Evol* 50:615–625.
- Paris, H.S. (2007) The drawings of Antoine Nicolas Duchesne for his natural history of the gourds. In: E ´rard C (ed) *Les planches et les mots*. Muse´um National d’Histoire Naturelle, Paris.
- Paris, H.S. (2008) Summer squash. In: Prohens J, Nuez F (eds) *Handbook of plant breeding, vegetables I*. Springer, New York, pp 351–379.
- Paris, H.S., & Janick, J. (2008) Reflections on linguistics as an aid to taxonomical identification of ancient Mediterranean cucurbits: the piqqus of the faqqous. In: Pitrat M (ed) *Cucurbitaceae 2008*. INRA, Avignon, pp 43–51.
- Paris, H.S. (2015) Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. *Ann Bot* 116:133–148.
- Paris, H.S. (2016). Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: Cucurbitaceae): progress and challenges. *Euphytica*, 208, 415-438.
- Rehm, S., Enslin, P.R., Meeuse, A.D.J., & Wessels, J.H. (1957) Bitter principles of the Cucurbitaceae. VII –The distribution of the bitter principles in this plant family. *J. Sci. Food Agric.*, 8:679-686.
- Rehm, S. (1960) Die Bitterstoffe der Cucurbitaceen (p. 108:136). In: *Ergebnisse der Biologi* (Ed: Autrum-H), Band 22. Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.

- Rolnik, A., & Olas, B. (2020). Vegetables from the Cucurbitaceae family and their products: Positive effect on human health. *Nutrition*, 78, 110788.
- Schaffer, A.A., & C.D. Boyer. (1984). The influence of gene B on fruit development in *Cucurbita pepo*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:432-437.
- Schaffer, A.A., & Paris, H.S. (1986). Inheritance of rind lignification and warts in *Cucurbita pepo* L. and a role for phenylalanine ammonia lyase in their control. *Z. Pflanzenzücht.* 96:147-153.
- Shah, P., Singh, N.K., Khare, N., Rathore, M., Anandhan, S., Arif, M., Singh, R.K., Das, S.C., Ahmed, Z., & Kumar, N. (2008) *Agrobacterium* mediated genetic transformation of summer squash (*Cucurbita pepo* L. cv. Australian green) with *cbf-1* using a two vector system. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 95:363–371.
- Sinnott, E.W., & Durham, G.B. (1929) Development history of the fruit in lines of *Cucurbita pepo* differing in fruit shape. *Bot Gaz* 87:411–421.
- Sinnott, E.W. (1935). Evidence for the existence of genes controlling shape. *Genetics* 20:12-21.
- Tapley, W.T., Enzie, W.D., & Van Eseltine, G. P. (1937). The vegetables of New York. Vol. 1, Part 4. J. B. Lyon, Albany, NY.
- Trumbull, J.H. (1876) Vegetables cultivated by the American Indians. *Bull Torrey Bot Club* 6:69–71.
- URL-1.<https://www.cla.org.uk/news/in-focus-growing-pumpkins-for-profit-how-to-start-a-pumpkin-patch-business/> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.
- URL-2.<https://www.stokeseeds.com/ca/lunch-lady-warted-gourds-951n-group> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.
- URL-3.<https://www.harvesting-history.com/product-tag/early-white-bush-scallop/> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-4.<https://www.nasionaholenderskie.pl/dynia-cannon-ball-250n-p-3042.html> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-5.<https://www.etsy.com/ca/listing/974999065/crookneck-yellow-summer-squash-seeds> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-

6.<https://wildroseheritageseed.com/collections/squash/products/squash-early-prolific-straightneck> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-7.<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27456838> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-8.<https://tomorrowseeds.com/products/cocozelle-zucchini> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-9.<https://www.gronsaksmastarna.se/en/prouducts/other-vegetables/zucchini/> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

URL-10.<http://allthedirtongardening.blogspot.com/2014/09/squash.html> Erişim Tarihi; 23 Temmuz 2024.

Wien, H.C. (1997) The physiology of vegetable crops. CABI, Wallingford.

Zeigler, R.S. (2019). An introduction to the global food security, technology and policy nexus. Sustaining Global Food Security: The Nexus of Science and Policy; Zeigler, RS, Ed.

Zhiteneva, N.E. (1930). The world's assortment of pumpkins. Trudy Prikl. Bot. Genet. Selek. 23: 157-207.

## BÖLÜM 2

### YAZLIK VE KIŞLIK KABAK TÜRLERİNİN TÜRKİYE SEBZE ÜRETİMİNDE MEVCUT DURUMU, YAPISAL ANALİZİ, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Doç. Dr. Dilek KANDEMİR<sup>1\*</sup>  
Zir. Müh. Melek Nur ÖZDEMİR<sup>2</sup>  
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA<sup>3</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544253>

---

<sup>1\*</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun, mdilek@omu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3097-3394

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, melekzurdmr@gmail.com, Orcid ID: 0009-0009-3310-9372

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, abalkaya@omu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9114-615X

\*Sorumlu yazar



## GİRİŞ

Türkiye tarımsal üretiminde önemli bir payı olan sebzeçilik sektöründe, özellikle son 30-40 yıllık dönemde dikkat çeken düzeyde hızlı gelişmeler kaydedilmiştir. Ülkemiz ekolojik özellikleri yönünden gerek açıkta ve gerekse örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde oldukça avantajlı bir konumdadır. Dünyada teknolojinin tarımın tüm alanlarına girmesi, teknolojinin gerektirdiği kimyasal girdilerin kullanımı, modern sulama yöntemlerinin kullanılması, verim ve kalitesi yüksek tür ve çeşitlerin geliştirilmesi sebzeçilik sektöründe üretimi ve kaliteyi artırmıştır (Güvenç, 2018). Bunun sonucunda ülkemizde de yetiştirilen sebze tür ve çeşitlerinin sayıları artmış, özellikle verim ve kalite parametreleri yönünden de önemli düzeylerde artışlar sağlanmıştır. Sebze üretimi 2023 yılında 908.325 ha alanda 31.7 milyon tonun üzerine çıkmıştır (TUİK, 2024).

Sebze grubu içerisinde kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyası, 115 cins ve 960 adet türü kapsayan önemli ve oldukça geniş bir familyadır (Schafer ve ark., 2009). *Cucurbita* cinsi içerisinde 14 adet tür bulunmaktadır. Bunlardan *C. pepo* L., *C. maxima* Duch., *C. moschata* Duch., *C. argyrosperma*, *C. mixta* ve *C. ficifolia* türleri kültüre alınmıştır (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Anavatanı Amerika kıtası olan bu sebzelerin kültüre alınması, yerleşik tarımın başlangıcıyla eşdeğerdir. Türkiye, kabakların anavatanı olmamasına rağmen, sahip olduğu ekolojik zenginlik ve doğal seleksiyon sayesinde, kabak genetik kaynakları yönünden oldukça zengindir (Balkaya ve ark., 2010). Farklı iklim adaptasyonlarına sahip olan ve ekonomik açıdan önemli üç

*Cucurbita* türü vardır. Bunlar sırasıyla *C. pepo*, *C. maxima* ve *C. moschata*'dır. Yazlık kabak ve kestane kabağı türleri ılıman, bal kabağı türü ise daha çok tropik ve subtropik iklimlere adapte olmuştur (Balkaya ve ark., 2021). Bu türler genel olarak üç ana gruba ayrılmaktadır: (1) meyve tutumundan itibaren 5-7 gün sonra olgunlaşmamış meyveleri yenen yazlık kabaklar, (2) meyve tutumundan itibaren 60-90 gün sonra hasata gelen ve olgun meyveleri yenen kışlık kabaklar, (3) süs amaçlı kullanılan kabaklar. Bununla birlikte kabaklarda tür içi gruplandırmalar daha çok meyve şekil, renk ve iriliklerine göre yapılmaktadır.

Kültüre alınan kabak türleri, tek yıllıktır. Bitkisel özellikleri yönünden belirgin farklılıklar göstermektedir. Ülkemizde kabakgil türlerinin morfolojik olarak teşhisi ve tanımlanmasında çok fazla bilgi kirliliği bulunmaktadır. Birçok yayında ve TÜİK verilerinde kışlık kabak türlerinin tamamı bal kabağı olarak adlandırılmaktadır (Balkaya ve ark., 2021). Kabakgillerde kök yapısı ve mimarisi genel olarak güçlü bir kazık kök ve yüzeysel saçak şeklindedir (Karaağaç, 2021). Yaprakları; büyük, yürek şeklinde, derin (*C. pepo*) ya da yüzeysel (*C. moschata* ve *C. maxima*) olabilmektedir. Türler ve çeşitler arasında yaprağın iriliği ve lobların derinliği bakımından oldukça geniş farklılıklar vardır. Sülükler, koltukaltı yaprak boğumlarından çıkmakta ve bitkinin dikey gelişimine destek olmaktadır. Yazlık kabaklar ve acorn tipi bal kabağı tipleri çalı formunda, *C. maxima*, diğer *C. moschata* tipleri ve *C. pepo* tipi bal kabakları ise yayılıcı formda büyüme göstermektedirler. *C. pepo*'nun yaprak tüyleri sert ve dikensidir. *C. maxima*'nın yaprakları,

*C. pepo*'ya göre daha az tüylüdür. Bal kabağı yaprakları ise daha yumuşak tüylerle kaplanmıştır. Kabakgil bitkilerinde çiçek oluşum sayısı, hem genotip ve hem de iklim koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Loy, 2004). Kültüre alınan kabakgil türlerinde, meyve şekli yönünden yüksek oranda genetik varyabilite bulunmaktadır (Balkaya ve ark., 2010; Balkaya ve ark., 2021). Meyve sapı; *C. maxima*'da mantari ve düz, *C. moschata*'da sert ve beş köşelidir. *C. pepo* subsp. *pepo*'da meyve sapı oldukça kalın, çoğunlukla uzun, 5-8 köşeli ve derin çizgilidir.

Türkiye'de 1980'li yıllardan sonra ekonomik modelin değişimi ve serbest piyasa ekonomisine geçişle birlikte, tohum ve girdi ithalatının artması, yeni sebze çeşitlerinin kullanımı ve sebze üretim tekniklerindeki modernleşme gibi faktörler sonucunda, birim alandan daha fazla gelir elde edilmiştir. Bu gelişmeler, sebzeçilik sektöründe bir boyut değişimine yol açmış ve dinamik olan bu sektörün daha da hızlı bir şekilde büyümesine olanak sağlamıştır (Yanmaz ve ark., 2015, Balkaya ve ark., 2020;). Ayrıca günümüzde sebze tüketimine olan iç ve dış talebin artışı ve farklı sektördeki sanayicilerin sebzeçilik sektörüne yaptıkları yatırımlarla, sebzeçilik faaliyetleri ülkemizde aile sebzeçiliğinden modern sebzeçiliğe doğru bir yönelişin olmasını sağlamıştır (Yanmaz ve ark., 2020; Balkaya ve ark., 2024). Sebzeçilik sektörü içerisinde ekonomik değeri öne çıkan sebze türleri arasında kabakgil grubu sebze türleri de yer almaktadır. Bu derlemede Türkiye sebzeçilik sektörü içerisinde önemli yeri olan yazlık ve kışlık kabak türlerinin son yıllardaki mevcut üretim potansiyeli, sektörün mevcut



durumunun SWOT analizi (güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler) ile değerlendirilmesi ve gelecekte izlemesi gereken stratejilere ilişkin öneriler sunulmuştur.

## **1. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE SEBZE ÜRETİMİNDE YAZLIK VE KIŞLIK KABAK TÜRLERİNİN EKONOMİK ÖNEMİ**

Kabaklar Antarktika kıtası hariç Dünyanın her yerinde yetiştirilmektedir (Balkaya ve ark., 2021). Dünyada yaklaşık 1.5 milyon ha alanda toplam 22.81 milyon ton kabak üretimi yapılmıştır (FAO, 2023). Çin dünyanın önde gelen üretici ülkesidir. Çin'in toplam kabak üretimi 396.125 hektarda 7.325.193 tondur (Tablo 1). Diğer büyük kabak üreticileri ise sırasıyla Ukrayna, Rusya Amerika, Meksika, İspanya, Türkiye, Bangladeş, İtalya ve Endonezya'dır. Türkiye, 744.300 ton kabak üretimiyle dünyada 7. sırada yer almaktadır (FAO, 2023).

Türkiye'de 2023 yılı TUİK kayıtlarına göre 712.000 ha alanda, toplam 31.787.928 ton sebze üretimi yapılmıştır. Aynı yıl, 98.816 da alanda 573.617 ton yazlık kabak, 32.922 da alanda 94.431 ton kışlık kabak ve 788.082 da alanda 58.546 ton çerezlik kabak üretimi gerçekleştirilmiştir (Tablo 2, Tablo 4 ve Tablo 6).

**Tablo 1:** Ülkelere Göre Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

ÜLKELER	2020		2021		2022	
	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)
Çin	395.966	7.321.551	396.355	7.328.888	396.125	7.325.193
Ukrayna	62.400	1.268.270	63.600	1.314.540	51.900	1.097.780
Rusya	55.947	1.143.127	53.503	1.105.086	48.158	1.050.035
Amerika	43.181	902.517	43.181	1.063.438	42.492	1.025.777
Meksika	34.307	756.780	35.334	738.009	35.147	729.200
İspanya	15.550	775.090	16.590	789.780	15.660	745.270
<b>Türkiye</b>	<b>90.037</b>	<b>698.051</b>	<b>100.853</b>	<b>771.651</b>	<b>91.839</b>	<b>744.300</b>
Bangladeş	61.233	671.256	60.622	696.000	61.542	718.629
İtalya	20.150	600.430	19.950	601.660	19.050	558.940
Endonezya	8.075	548.122	8.120	539.390	8.031	552.093

Ülkemizde coğrafik bölgelere göre 2020-2023 yılları arasındaki dönemde yazlık kabak, üretim alanı ve üretim miktarında meydana gelen değişimler, Tablo 2’de özetlenmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, 2023 yılında yazlık kabak üretim alanı ve üretim miktarı değerlerinde önceki yıllara göre kısmen bir azalışın olduğu görülmektedir. 2020 yılında dekara yazlık kabak verimi 5,48 ton iken, 2023 yılında 5,8 ton olmuştur. 2023 yılında en fazla yazlık kabak üretimi Akdeniz Bölgesinde (%76.6) gerçekleşmiştir. Bu bölgeyi İç Anadolu (%7.45), Marmara (%6.69) ve Ege (%6.53) Bölgeleri izlemiştir. En az üretim değerleri, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde gerçekleşmiştir. Toplam yazlık kabak üretim miktarının 350.620 tonu örtüaltı üretimine aittir (TÜİK, 2024).

**Tablo 2:** Bölgelerimize Göre Yazlık Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

BÖLGELER	2020		2021		2022		2023	
	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Akdeniz	50.187	378.512	56.340	449.770	57.359	432.550	55.736	429.510
İç Anadolu	13.138	48.402	13.105	46.992	12.282	43.436	12.097	42.720
Marmara	12.328	46.659	12.166	43.333	11.967	43.149	10.336	38.367
Ege	12.504	45.920	12.204	43.096	12.062	44.887	10.307	37.482
Karadeniz	5.579	13.982	5.230	13.160	4.744	12.766	4.639	12.332
Güneydoğu Anadolu	2.944	6.781	2.997	6.675	2.996	7.017	2.861	6.767
Doğu Anadolu	3.066	6.952	2.926	6.596	2.913	6.557	2.840	6.439
<b>TOPLAM</b>	<b>99.746</b>	<b>547.208</b>	<b>104.968</b>	<b>609.622</b>	<b>104.323</b>	<b>590.362</b>	<b>98.816</b>	<b>573.617</b>

Türkiye’de yazlık kabak üretiminde öne çıkan illerin üretim alanı ve miktarı değerleri Tablo 3’de verilmiştir. Ülkemizde en fazla yazlık kabak üretiminin gerçekleştiği Akdeniz Bölgesinde yer alan Mersin ili 281.718 ton ile yazlık kabak üretiminde en büyük paya (%49.11) sahiptir. Bu üretim merkezini sırasıyla Antalya (123.890 ton), Bursa (23.493 ton), Muğla (22.795 ton), Ankara (21.314 t) ve diğer iller takip etmektedir (TÜİK, 2024).

Ülkemizde 2023 yılında 32.922 ha alanda 94.431 ton kışlık kabak üretimi olmuştur TÜİK verilerinde kışlık kabak türlerinin tamamı bal kabağı olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle kestane kabağı ve bal kabağı üretim alanı ve miktarlarına ilişkin net bir bilgi bulunmamaktadır.

**Tablo 3:** İllere Göre Yazlık Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

İLLER	2020		2021		2022		2023	
	Üretim Alanı	Üretim Miktarı	Üretim Alanı	Üretim Miktarı	Üretim Alanı	Üretim Miktarı	Üretim Alanı	Üretim Miktarı
Mersin	23.151	249.065	23.127	244.012	26.334	267.719	26.655	281.718
Antalya	18.224	105.461	24.833	182.181	22.363	139.254	20.251	123.890
Bursa	5.513	25.057	6.014	24.865	5.967	24.903	5.088	23.493
Muğla	5.344	30.172	5.650	28.659	5.806	30.367	4.214	22.795
Ankara	7.007	26.829	5.906	22.412	5.890	21.644	5.736	21.314
Karaman	3.932	16.568	3.878	15.770	3.876	15.747	3.853	15.478
Adana	2.790	10.000	3.025	11.057	3.294	13.145	3.053	10.526
Hatay	2.733	6.723	2.729	6.767	2.874	6.963	3.197	7.827
Sakarya	1845	8.371	1.817	8.371	1.872	8.814	1.255	5.461
Manisa	2.348	4.796	2.070	4.054	2.193	4.622	2.259	5.041

Ülkemizde bölgeler bazında 2023 yılı kışlık kabak üretim miktarı değerleri incelendiğinde, toplam üretimin yaklaşık %36'sının Marmara Bölgesinde, %24'ünün Ege Bölgesinde %14'ünün Karadeniz Bölgesinde yapıldığı görülmektedir (Tablo 4). Bu üç bölge kışlık kabak üretimin yaklaşık %74'ünü gerçekleştirmektedir.

**Tablo 4:** Bölgelerimize Göre Kışlık Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

BÖLGELER	2020		2021		2022		2023	
	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Marmara	14.682	41.912	13.578	39.110	12.136	36.329	11.728	34.060
Ege	4.080	10.835	5.418	15.907	5.476	17.344	6.169	22.644
Karadeniz	6.262	12.795	6.162	13.039	6.203	13.694	6.058	13.184
İç Anadolu	7.967	17.357	7.980	17.750	6.492	13.751	6.102	12.549
Akdeniz	2.852	8.887	2.801	9.499	2.894	10.003	2.742	10.092
Doğu Anadolu	885	1.835	894	1.822	878	1.791	872	1.856
Güneydoğu Anadolu	41	38	43	41	40	56	41	46
<b>TOPLAM</b>	<b>36.769</b>	<b>93.659</b>	<b>36.876</b>	<b>97.168</b>	<b>34.119</b>	<b>92.968</b>	<b>32.922</b>	<b>94.431</b>

İllere göre kışlık kabak üretim alanı ve üretim miktarı değerleri Tablo 5’de verilmiştir. 2020 yılında en önemli üretici iller sırasıyla Ankara, Sakarya, Düzce, Samsun ve Afyonkarahisar’dır. Ancak sonraki yıllarda Afyonkarahisar ili üretim alanı ve miktarı bakımından ilk sırada yer almıştır. 2023 yılı verilerine göre kışlık kabak üretiminde Afyonkarahisar 18.561 ton üretim miktarı ile en önemli üretici il durumundadır. Bu ili 8.249 ton ile Düzce, 8.002 ton ile Ankara ve 6.278 ton ile Sakarya illeri izlemektedir (Tablo 5; TÜİK 2024).

**Tablo 5:** İllere Göre Kışlık Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

İLLER	2020		2021		2022		2023	
	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Afyonkarahisar	1.453	4.023	3.226	10.327	3.347	12.140	4.408	18.561
Düzce	2.080	8.298	2.018	8.090	1.906	7.676	2.050	8.249
Ankara	5.848	11.538	5.285	9.832	4.635	8.862	4.380	8.002
Sakarya	3.490	11.217	2.643	7.862	2.308	7.041	2.262	6.278
Samsun	1.895	4.968	1.790	4.915	1.790	5.030	1.768	4.983
Kocaeli	982	2.983	1.115	3.791	1.145	3.604	1.335	4.111
Balıkesir	1.663	4.152	1.446	3.382	1.276	3.253	1.209	2.979
Kütahya	1.881	4.677	1.645	4.207	1.651	4.004	1.313	2.970
Burdur	368	1.308	248	898	589	2.118	731	2.921
Hatay	647	1.572	634	1.728	770	2.050	862	2.787

Türkiye toplam çerezlik kabak ekiliş alanı ve üretiminde, 2023 yılında 2021 ve 2022 yıllarına göre azalma olduğu görülmektedir (Tablo 6; TÜİK, 2024). Kuruyemiş sanayisinin talep ettiği çerezlik kabak üretim alanı ve üretim miktarı yönünden İç Anadolu Bölgesi dikkat çekmektedir. TÜİK 2023 yılı verileri dikkate alındığında,

toplam çerezlik kabak üretim alanlarının % 93'ü İç Anadolu Bölgesindedir. Bölge, Türkiye çekirdeklik kabak üretim miktarının yaklaşık % 87'sini karşılamaktadır. Bu bölgeyi, 2388 ton ile Marmara ve 1055 ton ile Ege Bölgesi izlemektedir.

**Tablo 6:** Bölgelerimize Göre Çerezlik Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

BÖLGELER	2020		2021		2022		2023	
	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
İç Anadolu	725.760	52.999	807.273	58.617	740.509	56.787	689.023	54.441
Marmara	31.300	3.467	42.497	4.624	26.537	2.890	26.292	2.838
Ege	5.491	617	11.605	1.251	9.199	1.059	9.090	1.055
Karadeniz	948	72	2.816	215	1.102	93	1.253	108
Doğu Anadolu	311	27	2.438	151	2.549	138	1.409	101
Güneydoğu Anadolu	45	2	45	2	45	2	45	3
Akdeniz	-	-	8	1	7	1	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>763.855</b>	<b>57.184</b>	<b>866.682</b>	<b>64.861</b>	<b>844.809</b>	<b>60.970</b>	<b>788.082</b>	<b>58.546</b>

Çerezlik kabak üretiminde TÜİK 2023 yılı verileri dikkate alındığında, Nevşehir ili 216.244 da alanda yapılan 21.724 ton üretim miktarı ile ve Kayseri ili 333.551 da alanda yapılan 17.835 ton üretim miktarı ile söz sahibi illerdir. Bu illeri Aksaray, Konya, Eskişehir, Ankara ve diğer iller izlemektedir (Tablo 7).

**Tablo 7:** İllere Göre Çerezlik Kabak Üretim Alan ve Miktarının Yıllara Göre Değişimi

İLLER	2020		2021		2022		2023	
	Üretim Alanı	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı	Üretim Miktarı
Nevşehir	217.550	20.064	234.225	20.325	214.300	21.526	216.244	21.724
Kayseri	358.625	16.920	372.716	16.446	360.225	16.511	333.551	17.835
Aksaray	47.050	5.211	48.130	5.544	49.645	5.802	48.900	5.723
Konya	51.601	6.617	84.790	10.376	56.608	7.442	44.405	5.559
Eskişehir	27.937	3.081	37.520	4.117	25.020	2.724	24.775	2.674
Ankara	22.686	1.580	23.121	1.561	25.874	2.094	20.200	1.138
Karaman	8.800	996	14.050	1.546	11.434	1.246	8.480	868
Niğde	12.630	944	13.740	1.152	12.080	1.151	9.620	857
Afyonkarahis	4.017	477	6.940	823	6.060	752	6.213	770

Türkiye'nin 2019-2022 yılları arasındaki yazlık kabak ihracat ve ithalat miktarı Tablo 8'de verilmiştir. İhracat ve ithalat miktarı yıllar içinde değişim gösterse de dört yıllık ortalama ihracat miktarı 59.400,25 ton'dur. Her ne kadar TÜİK verilerine göre ülkemizde yazlık kabakta yeterlilik derecesi yüksek olsa da, çok az miktarlarda da olsa ithalatı yapılmaktadır. Son dört yılda ortalama 55 ton yazlık kabak ithalat miktarı gerçekleşmiştir.

**Tablo 8:** Yazlık Kabak İhracat ve İthalat Miktarının Yıllara Göre Değişimi

	2019	2020	2021	2022
İhracat Miktarı ((ton)	45.205	64.351	62.887	65.158
İthalat Miktarı (ton)	60	32	78	50

Sebze tohum üretimi, tarım sektörü içerisinde en dinamik ve gelişmeye açık alanlardan birisini oluşturmaktadır. Ülkemizde domates, hıyar, kabak, soğan, biber, patlıcan, havuç, marul, turp, maydanoz ve ıspanak tohumlarının hem ihracatı ve hem de ithalatı yapılmaktadır (Balkaya ve

ark., 2024). İhracatı ve ithalatı yapılan kabak tohumunun yıllar itibariyle parasal değeri Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9:** İhracatı ve İthalatı Yapılan Kabak Tohumlarının Parasal Değeri (1000 \$)

	2019	2020	2021	2022	2023
<b>İhracat</b>	15.042	11.263	14.378	10.664	5.101
<b>İthalat</b>	5.214	10.056	8.704	6.168	5.648

Sebze tohum ihracatı 2023 yılında 34.140.000 USD \$ olmuştur Kabak tohum ihracatımızın parasal değeri 2019 yılında 15.042.000 dolar iken, 2023 yılında ciddi oranda (%66,09) azalış göstermiş ve 5.101.000 dolara gerilemiştir. Buna rağmen sebze tohum ihracatının yaklaşık %15'lik kısmını kabak tohum ihracatı oluşturmaktadır. Türkiye sebze tohum ithalatı 2023 yılında 113.932.000 USD \$ olmuştur Kabak tohum ithalatının parasal değeri 2020 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık iki kat artmasına rağmen, daha sonraki yıllarda azalış göstermiştir ve 2023 yılında ithalatın parasal değeri 5.648.000 dolar olmuştur. Kabak tohumlarının sebze tohum ithalatındaki payı yaklaşık %5 düzeyindedir.

## 2. YAZLIK VE KIŞLIK KABAK TÜRLERİNİN YETERLİLİK DÜZEYLERİ VE DEĞERLENDİRİLME ŞEKİLLERİ

Yazlık kabak için 2022 piyasa döneminde yeterlilik derecesi derecesi %112,8 olmuştur (TÜİK, 2024). Yeterlilik derecesi; bir bölgenin kullanılabilir üretiminin (iç üretim) o bölgenin talebini ne ölçüde karşılayacak durumda olduğunu gösterir. Değerin, 100'den küçük olması, üretimin yurt içi talebi tam olarak karşılayamadığını ifade eder. 100'den büyük olan bir değer, iç ihtiyaçları geçen, ihraç edilebilir



ve/veya stoklanabilir miktarların varlığını gösterir (Yanmaz ve ark., 2020). Türkiye İstatistik Kurumu tarafından sunulan verilerde diğer kabaklar için yeterlilik düzeylerine ilişkin olarak sunulan bir bilgi bulunmamaktadır.

Yazlık kabaklar; yemek yapımında, kışlık kabaklar ise daha çok tatlı, reçel, marmelat ve turşu yapımında değerlendirilmektedir. Ayrıca kabak tohumları, yağlık ve kuruyemiş olarak tüketilmektedir. Yine meyve artıkları, hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Kandemir ve Balkaya, 2015; Balkaya ve ark., 2021). Yazlık kabaklarda kaliteyi; boyut, şekil, renk ve lekesiz meyve oluşturmaktadır. Döllenmeden 5-7 gün sonra henüz olgunlaşmadan hasat edilen ve pişirilerek yenen yazlık kabaklarda, şeker içeriği düşük ve kuru madde içeriği ise ortalama %5-6 civarındadır (Aboul Nasr ve ark., 2002). Raf ömrü, yazlık kabaklarda genellikle birkaç gündür.

Kışlık kabaklarda yeme kalitesini; meyve et rengi, sertlik, aroma ve tatlılık kriterleri belirlemektedir (Daniel ve ark., 2005). Ayrıca bu sebzelerin farklı kısımları farmakoloji sanayinde diyabet, kanser ve obezite tedavilerinde kullanılabilir (Makni ve ark., 2008; Jiang ve Du, 2011). Bu nedenle kabak bitkisinin fonksiyonel gıdalar arasında önemli yeri bir vardır.

Yüksek oranda enerji içermeleri ve K, P, Fe ile karoten kaynağı olmaları sebebiyle kabak tohumları, yağ eldesi ve çerezlik tüketim amacıyla oldukça fazla kullanılmaktadır. Kabak çekirdeği yağı gerek beslenmede gerekse farmasötik etkilerinden dolayı tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Çerezlik olarak kullanılan kabak tipleri, çoğunlukla

*C. pepo* ve az miktarda *C. moschata* türlerine aittir (Balkaya ve ark., 2021). Genellikle *C. pepo* türüne giren yağlık kabaklar (var. *styriaca*), yağ çıkarma amaçlı olarak yetiştirilirken (Winkler, 2000), *C. maxima*, *C. moschata* ve *C. ficifolia* türleri ise birçok farklı ülkede yağlık olarak kullanılmaktadır (Lira-Saade, 1995; Castro ve ark., 2006; Balkaya ve ark., 2021).

### 3. KABAK TÜRLERİNDE ÇEŞİT GRUPLARI

Kaliteli bir sebze üretiminin ilk koşulu üretime sağlıklı ve kaliteli tohum ve bu tohumdan elde edilen fide ile başlamaktır. Tohum ve fide üretimi ve ticareti, oldukça dinamik, yeniliklere açık, hızlı gelişen, karlılığın yüksek olduğu bir tarımsal faaliyettir (Balkaya ve ark., 2024). Ülkemizde son yıllarda tüketici tercihleri ve pazar talepleri doğrultusunda, kayıt altına alınan sebze çeşit sayılarında belirgin artışlar görülmektedir (Ermış ve Öktem 2021, Öktem ve ark., 2024). Bu artışın başlıca nedenleri olarak; sebze ıslahında gerçekleştirilen yenilikçi çalışmalar, geliştirilen genetik materyalin zenginleştirilmesi ve ürün çeşitliliğinin artırılması yönünde atılan önemli adımlar olarak sıralanabilir (Balkaya ve ark., 2015, Balkaya ve ark., 2020).

Ülke genelinde sebze genetik kaynakları 1970’li yıllardan itibaren Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) tarafından toplanmaya başlanmıştır. Ulusal tohum gen bankasında 160’ı *C. pepo*, 93’ü *C. moschata*, 29’u *C. maxima* türleri olmak üzere toplam 737 adet *Cucurbita* spp. genetik materyali muhafaza edilmektedir (Sarı ve ark., 2008). Ülkemizde son yıllarda kestane kabağı ve bal kabağı çeşitlerinin

geliştirilmesine yönelik olarak yürütülmesine yönelik çalışmalar kapsamında Ondokuz Mayıs Üniversitesi ve Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültelerinde ve Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile Alata Bahçe Kùltürleri Enstitüsünde yürütölen çalışmalar kapsamında gen kaynakları toplanmış, karakterizasyonları yapılmış, nitelikli hatlar ve çeşitler geliştirilmiştir (Balkaya ve ark., 2010a, 2010b, Nacar ve ark., 2010; Babaoğlu ve Türkmen, 2014, Aslan ve ark., 2019; Akan Karaca ve Yanmaz, 2024).

Pumpkin ve squash terimleri, tüm kùltür türlerine ait çeşitlerde kullanılabilir. “Pumpkin” az ya da çok yuvarlak, “squash” terimi ise yuvarlak olmayan çeşitler için kullanılan genel terimlerdir. Summer squash ise olgunlaşmamış meyvesi yenilen ve genellikle yuvarlak olmayan çeşitler için kullanılmaktadır (Paris, 2008; Balkaya ve ark., 2021).

Günümüzde yazlık kabaklarda büyük oranda hibrit çeşitler, kışlık kabaklarda ise genellikle yerel ya da açıkta tozlanan çeşitlerin kullanımı yaygındır. Dünyanın ilk hibrit yazlık kabak çeşiti 1964 yılında geliştirilmiştir (Balkaya ve ark., 2021). Özellikle yazlık kabaklarda; erkencilik, verim, fenotipik stabilite ve stres dayanımını arttırmak için dünyada son yarım yüzyılda çok sayıda hibrit çeşitler geliştirilmiştir. Özellikle tüketici tercihleri doğrultusunda geliştirilen yeni çeşit ve tiplerin ölkemiz çiftçi ve tüketicisine sunulması, yabancı ıslah oranını düşürmekte ve yerli çeşitlerin pazar payını artırmaktadır. Son yıllarda özel şirketler tarafından geliştirilen bazı yerli yazlık kabak çeşitleri yabancı çeşitlerden daha üstün özellikleri ile dikkat çekmektedir.

Türkiye’de Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi 2024 yılı kayıtlarına göre, yazlık ve kışlık kabak türlerine ait çeşit sayısı 325’dir. Bunun 312’si özel sektör ve 13’ü de kamu tarafından kayıt altına alınmıştır. Ayrıca kabağın diğer bir kullanımı da aşılı fide üretiminde anaç olarak değerlendirilmesidir. TTSM 2024 yılı kayıtlarına göre aşılı fide üretiminde kullanılan standart tohumluk kaydına alınmış toplam 176 ticari anaç bulunmaktadır. Bu anaçların 67 tanesi kabak anacıdır.

Ülkemizde en çok tüketilen ve olgunlaşmamış meyvesi yenen yazlık kabak ürün grubu marrow (sakız kabağı) grubudur (Balkaya ve ark., 2021). Sakız kabakları, meyveleri konik uçlu ve silindirik şekillidir. Ayrıca meyve boy/en oranı 1.5-3.0 arasında değişmektedir. Meyve rengi, genellikle krem-açık yeşil tonlarındadır. Yazlık kabaklar, meyve özellikleri bakımından *Cucurbitaceae* familyası içerisindeki en polimorfik türdür (Balkaya ve ark., 2021). Çerezlik kabak tiplerinde tüketici isteklerine uygun, renk, şekil ve irilikte tohum yapısına ve kompakt bitki yapısına sahip, virüs hastalıklarına dayanıklı çeşitler tercih edilmektedir (Balkaya ve ark., 2021). Bu kapsamda son yıllarda yerli çeşit geliştirme çalışmalarının artmaya başladığı görülmektedir.

Türkiye’de krem-açık yeşil kabuk renkli, yuvarlak ya da eliptik şekilli, turuncu meyve etli, genellikle dilimli, ortalama 5-15 kg ağırlığına sahip kestane kabağı tipleri yetiştirilmektedir. Helvacı kabağı olarak ifade edilen bu kestane kabaklarına özgü uluslararası bir grup bulunmamakla birlikte, Kabocha grubuna giren “Jarrahdale” tipinin, ülkemiz ekolojik şartlarına adaptasyonu sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (Kandemir ve Balkaya, 2015; Balkaya ve ark., 2021). Kestane kabağı üretiminde hibrit çeşit

talebi, pahalı olmasından dolayı henüz hibrit çeşit eldesi bulunmamaktadır. Bal kabağında ise “Butternut bell” grubu ülkemizde en fazla üretilen ürün grubudur. Uzun, kalın boyunlu ve orta irilikte meyvelere sahiptir. Kabukları taba renkli ve genelde ten rengi şeritlidir. Yeme kalitesi ve muhafaza süresi oldukça yüksektir. İşleme sanayinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Balkaya ve ark., 2021).

Dünyanın belirli bir bölgesi için geliştirilen çeşitler için hastalıklara ve zararlılara dayanıklılık ile iklim değişikliğine adaptasyon yeteneği önemlidir. Günümüzde olduğu gibi gelecekte de kabak türlerinde çeşit geliştirme çalışmaları, farklı çevre koşullarında yetişebilen (özellikle kuraklık, tuzluluk vb.), adaptasyon kabiliyeti yüksek çeşitlere doğru yönelmeye devam edecektir (Balkaya ve ark., 2021). Ayrıca kışlık kabakların güçlü kök yapısı, toprak kökenli hastalıklara dayanıklı/tolerant olması ve stres faktörlerine dayanıklı olmaları nedeniyle aşılı fide üretiminde anaç olarak değerlendirilmektedir. *C. maxima* × *C. moschata* anaçları; melezleme başarısı ve tohum veriminin fazla olması, hem kavun-karpuz ve hem de hıyarda kullanılabilmesi, aşı uyumu oranının yüksek olması, bitki gelişiminin güçlü olması, verimi değişik oranlarda arttırması ve genel olarak biyotik - abiyotik stres koşullarına diğer türlerden daha dayanıklı olması gibi çok sayıda avantajları nedeniyle günümüzde en çok tercih edilen anaçtır (Sakata ve ark., 2007; Yücel ve ark., 2022). Günümüzde bal kabakları anaçları en çok hıyarda kullanılmaktadır. Ülkemizde yerli kabak anaç çeşitlerin geliştirilmesine yönelik olarak anaç ıslahı çalışmaları yapılmaktadır (Yetişir ve ark., 2007; Karaca ve ark., 2012;

Karaağaç ve Balkaya, 2013; Bekar ve ark., 2017; Karaağaç ve ark., 2018).

#### **4. TÜRKİYE YAZLIK VE KIŞLIK KABAK ÜRETİMİNİN SWOT ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Türkiye’de kabak üretiminin potansiyelini ve sektörün ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla bir SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ile üretimde güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler değerlendirilmiştir.

##### ***Güçlü yönler***

- a. Türkiye’nin kabak üretimine uygun ve farklı ekolojik koşullara sahip bulunan bölgelerde yetiştiriciliğinin yapılabilmesi
- b. Türkiye’nin kabağın orijini olmamasına rağmen genetik çeşitlilik yönünden oldukça zengin olması.
- c. Yerli firmalar tarafından geliştirilen kabak çeşitlerinin sayılarının artması
- d. Yazlık ve kışlık kabak türlerine ait çeşitlerde üretici ve tüketici talebinin fazla olması
- e. Özellikle yazlık kabaklarda yüksek verim ve üretim kalitesinin olması
- f. Yazlık kabaklarda ürün ihracatının yapılması
- g. Kışlık kabaklarda depolama süresinin uzun olması ve süreklilik
- h. Kabağın Türk mutfağında farklı şekillerde değerlendirilebilme imkanlarının fazla olması

### ***Zayıf yönler***

- a. Türkiye'de kışlık kabaklarda yüksek üretim maliyeti ile sonuçlanan düşük verim değerleri.
- b. Birçok bölgede kestane kabağı ve bal kabağı yetiştiriciliğinin kapama bahçeler şeklinde yapılmaması.
- c. Açık tozlanan popülasyonlar şeklinde yetiştirilen kestane kabağı ve bal kabağında nitelikli çeşit sayısının kullanımın çok az olması.
- d. Kışlık kabak popülasyonlarında verim değerlerinin ticari kabak çeşitleriyle karşılaştırıldığında, daha düşük olması, meyvelerin standart olmayışı
- e. Birçok bölgede geleneksel üretimin baskınlığı, modern üretim tekniklerinin uygulanmaması.
- f. Kabak fiyatlarındaki istikrarsız ortamın üreticiler üzerindeki olumsuz etkilerinin olması.
- g. Üreticilerin düşük yatırım kapasitesi
- h. Kabak yetiştiriciliğine esas olan girdilerin (tohumluk, gübre ve kimyasal ilaçların) pahalı olması, birim alanda maliyetlerinin yüksek olması.
- ı. Yazlık kabaklarda bazı yıllar sebze ithalatının yapılması
- i. Ülkemizde kestane kabağı ve bal kabağı ıslahında, Ondokuz Mayıs Üniversitesi ve Selçuk Üniversitesi ile Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile Alata Bahçe Kültürleri Enstitüsü dışında çalışan kurum sayısı yok denecek kadar azdır.
- j. Kestane kabağı ve bal kabağının morfolojik olarak ayrımının tam olarak yapılamaması nedeniyle hepsinin bal kabağı olarak adlandırılması.

### ***Fırsatlar***

- a. Henüz değerlendirilmemiş olan sebze üretim alanlarının varlığı.
- b. Türkiye’de yıl boyu kabak üretimi (taze yazlık meyve, çekirdeklik, kışlık tatlı meyve vb.) olanağı sağlayan iklim koşullarının bulunması.
- c. Türkiye'deki aile üyeleri için iş alanı oluşturulmasına katkıda bulunması.
- d. Dinamik ve inovasyona açık sebze yetiştiricilerin sayısının artması
- e. Son yıllarda geliştirilen nitelikli (özellikle virüs hastalıklarına tolerant), farklı kabak tipleri ve renklerine (turuncu, siyah, çizgili vb.) olan iç talebin artması.
- f. İşleme endüstrisinin geliştirilmesiyle birlikte özellikle kışlık kabakta yüksek düzeyde iç ve dış talep ile üretimin artacak olması.
- g. İşlenmiş organik kabak yetiştiriciliğinin büyük potansiyel taşıması ve ülkemizin bu sektöre uygun olması.

### ***Tehditler***

- a. Özellikle kışlık kabak üretimine yönelik en büyük tehdit, son yıllarda üretici kazançlarındaki düşüşün olması. Bu nedenle, özellikle geçimini kabak yetiştiriciliğinden sağlayan bölgelerde köylerden kentsel alanlara göç artmıştır.
- b. Küresel ekonomik krizden etkilenen değişken ekonomik ortamın, kabak üretimine olası olumsuz etkisi.
- c. Yazlık kabaklarda hibrit tohum kullanımı konusunda yabancı firmalara kısmi bağımlılığın devam etmesi
- d. İklim değişikliğinin olası olumsuz etkisi.
- e. İhracatta ülke çeşitliliğinin az olması.



f. Ambalajlama, taşıma, muhafaza gibi hasat sonrası işlemlere gereken önemin verilmemesi.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sebzecilik sektörü tohumculuk, fidecilik, örtü altı yetiştiriciliği, sulama, gübreleme, tarımsal savaş sistemleri, akıllı tarım teknikleri, ambalaj ve pazarlama sektörlerini de bünyesinde toplayan geniş kapsamlı, önemli ve büyük bir sektördür (Yanmaz ve ark., 2020). Tarımın en karlı dallarından birisi olan sebze yetiştiriciliği son yıllarda sürekli dinamik bir gelişme içerisinde. Ülkemizde ekonomik faaliyet olarak yazlık ve kışlık kabak yetiştiriciliği, bitkisel üretimde önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda özellikle gerek yazlık kabak tiplerinde ve gerekse kışlık kabak türlerine ait çeşitlere olan ilgi ve popülerite artmaktadır. Ayrıca sebze türleri içerisinde yazlık kabaklarda son yıllarda ihracat miktarı ve elde edilen gelir oldukça fazla artış göstermektedir.

Türkiye, konumu ve ekolojisi sayesinde kabak genetik kaynakları açısından oldukça zengindir. Üretim ve verim değerlerini artırabilmek için bölge ekolojilerine uyumlu nitelikli kabak çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Yerli firmalar tarafından yeni ticari çeşitlerin geliştirilmesi için genetik çeşitliliğin korunması ve kabak genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonlarının yapılarak, istenen karakterlere sahip tüm popülasyonların belirlenmesi faydalı olacaktır. Ayrıca kışlık kabak ıslahında uzmanlaşmış olan kurumlarımızın öncülüğünde ilgi duyan özel sektör ve diğer kurum ve kuruluşlarla birlikte yeni ıslah programlarının başlatılması ve bunların

sayılarının da artırılması gereklidir. Sonuç olarak, özel sektörde özellikle çekirdeklik kabak ve kışlık kabak türlerine ait çeşitlerin geliştirilmesine ve tohum üretimlerinin teşvik edilmesine başlanması gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'deki önceliklerden biri de kabak üretiminin iyileştirilmesi olmalıdır. Bu amaçla, nitelikli hibrit tohumların, kaliteli hazır fidelerin, uygun gübre kullanımının ve hastalık ve zararlılara karşı önleyici koruma gibi modern tekniklerin kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Absoul-Nasr, MH., Damarany, AM., & Abdalla, MA. (2002). Yield and its components of some summer squash (*Cucurbita pepo* L.) genotypes. In: DN Maynard (editor) Cucurbitaceae 2002. pp: 88-94. American Society for Horticultural Science Presss, USA.
- Akan Karaca, S., & Yanmaz, R. (2024). Türkiye'nin farklı bölgelerinden bazı kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) genotiplerinin teksel seleksiyonla ıslahı. *Alatarım*, 23(1), 1-9.
- Aslan, İ., Balkaya, A., Karaağaç, O., Sarıbaş, Ş., & Kurtar, ES. (2019). Yerel kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) çeşit adaylarının Samsun ilinde farklı lokasyonlarda verim unsurları ve meyve kalite özellikleri yönünden performanslarının incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 340-351.
- Babaoğlu, D. & Türkmen, Ö. (2014). Some plant characteristics of *Cucurbita maxima* Duchesne and *Cucurbita moschata* Duchesne genotypes collected from western Anatolia region. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 28(1), 29-37.
- Balkaya, A., Özbakır, M., & Karaağaç, O. (2010a). Karadeniz Bölgesinden toplanan bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) popülasyonlarındaki meyve özelliklerinin karakterizasyonu ve varyasyonun değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16: 17-25.
- Balkaya, A, Özbakır, M., & Kurtar ES. (2010b). The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea Region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9(2), 152-162.
- Balkaya, A., Duman, İ., Engiz, M., Ermiş, S., Onus, AN., Özcan, M., Çelikel, F., Demir, İ., Kandemir, M., & Özer, M. (2015). Bahçe bitkileri tohumculuğu üretimi ve kullanımında değişimler ve yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, 985-1010.
- Balkaya, A., Duman, İ., Arın, L., Özcan, M., Demir, İ., Kandemir, D., Zengin, S., Ermiş, S., & Sarıbaş, Ş. (2020). Bahçe bitkilerinde tohum üretimi, mevcut

- durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 339-370.
- Balkaya, A., Kurtar, ES., & Karaağaç, O. (2021). Kabak Islahı. Sebze Islahı, Cilt II. Gece Kitaplığı, 19-95.
- Balkaya, A., Arın, L., & Yanmaz, R. (2024). Sebzeçilikte Tohumun Önemi ve Tohum Üretimini Etkileyen Faktörler. Sebze Tohum Üretimi ve Teknolojisinde Güncel ve Yenilikçi Uygulamalar, 3-39.
- Bekar, N., Kandemir, D., & Balkaya, A. (2017). Effects of pumpkin (*Cucurbita moshata* Duch.) rootstocks on fruit quality and yield components in grafted cucumber cultivation. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3), 36-45.
- Castro, H., Galvez, M., Gonzales, S., & Vilamil, C. (2006). Protein composition of *Cucurbita maxima* and *C. moschata* seeds. *Biologia Plantarum* 50 (2), 251-256.
- Daniel, AL., Brecht, JK., Sims, CA., & Maynard, DN., (2005). Sensory analysis of bush and vining types of tropical pumpkin. *Florida State Horticultural Society* 108, 312-316.
- Ermiş, S., & Öktem, G. (2021). Ülkemizde tescilli sebze çeşitlerinin mevcut durumu ve tescil sistemi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11, 3447-3454.
- FAO, (2023). Uluslararası Gıda ve Tarım İstatistikleri (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) Erişim tarihi: 16.11.2024
- Güvenç, İ. (2018). Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sebze üretimi ve kendine yeterlilik bakımından karşılaştırılması. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(4), 530-535.
- Jiang, Z., & Du, Q. (2011). Glucose-lowering activity of novel tetrasaccharide glyceroglycolipids from the fruits of *Cucurbita moschata*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 21(3), 1001-1003.
- Kandemir, D., & Balkaya, A., (2015). An overview of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) growing in Turkey. *Azarian Journal of Agriculture*, 3.

- Karaağaç, O., & Balkaya, A., (2013) Interspecific hybridization and hybrid seed yield of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) lines for rootstock breeding. *Scientia Horticulturae*, 149, 9-12.
- Karaağaç, O., Balkaya, A., & Kafkas, N., (2018). Karpuzda (*Citrullus lanatus*) Meyve kalitesi ve aroma özellikleri üzerine anaçların etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 33(2), 92-104.
- Karaağaç, O., (2021). Combining ability and heterosis for root structure and graft-related traits of interspecific *Cucurbita* rootstocks. *Euphytica*, 217(8), 166.
- Karaca, F., Yetişir, H., Solmaz, I., Candir, E., Kurt, Ş., Sari, N., & Güler, Z., (2012). Rootstock potential of Turkish lagenaria siceraria germplasm for watermelon: plant growth, yield and quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2), 167-177.
- Lira Saade, R. (1995). Estudios taxonomicos y ecogeograficos de las *cucurbitaceae* latinoamericanas de importancia economica.
- Loy, JB. (2004). Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). *Critical reviews in plant sciences*, 23(4), 337-363.
- Makni, M., Fetoui, H., Gargouri, NK., Garoui, EM., Jaber, H., Makni, J., & Zeghal, N. (2008). Hypolipidemic and hepatoprotective effects of flax and pumpkin seed mixture rich in  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 46(12), 3714-3720.
- Nacar, Ç., Aras, V., & Yanmaz, R. (2010). Çerezlik kabak yetiştiriciliği ve Ege Bölgesine uygun çeşitler. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 139, 33-39.
- Öktem, G., Ermiş, S., & Berктаş, Ş. (2024). Sebze Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması (4.Bölüm). *Sebze Tohum Üretimi ve Teknolojisinde Güncel ve Yenilikçi Uygulamalar*, 119-179.
- Paris, HS. (2008). Summer squash. In *Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae* (pp. 351-379). New York, NY: Springer New York.

- Robinson, RW., & Decker-Walters DS. (1997). Cucurbits -CAB International New York NY USA.
- Sakata, Y., Ohara, T., & Sugiyama, M. (2007). The history and present state of the grafting of *Cucurbitaceous* vegetables in Japan. III. International Symposium on Cucurbits, Acta Horticulturae, 731, 159-170.
- Sarı, N., Tan, A., Yanmaz, R., Yetişir, H., Balkaya, A., Solmaz, I., & Aykas, L. (2008). General Status of Cucurbit Genetic Resources in Turkey. *Cucurbitaceae* 2008. Proceedings of the IX th EUCARPIA meeting on genetics and breeding of *Cucurbitaceae* (Pitrat M.ed.). INRA. Avignon, France, pp. 21-32.
- Schaefer, H., Heibl, C., & Renner, SS. (2009). Gourds afloat: a dated phylogeny reveals an Asian origin of the gourd family (*Cucurbitaceae*) and numerous oversea dispersalevents. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 276(1658), 843-851.
- TUİK, (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> Erişim tarihi: 16.11.2024
- Winkler, J. (2000) . The origin and breeding of hull-less seeded Styrian oil-pumpkin varieties in Austria . Cucurbit Genetics Coop. Rpt , 23, 23-101 .
- Yanmaz, R., Duman, İ., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, HÇ., Akan, S., & Özalp, R. (2015). Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. TMMOB-TZMO, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi 1: 579-605.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, HÇ., Sarıkamış, G., Önal Ulukapı, K., & Açıkgoz, FE. (2020). Sebzeçilik sektörü: Dünü, bugünü ve geleceği. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 585-607.
- Yetişir, H., Kurt, Ş., Sarı, N., & Tok, MF. (2007) Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: plant growth, graft compatibility, and resistance to Fusarium. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31(6), 381-388.
- Yücel, Ş., Karaağaç, O., Balkaya, A. & Kandemir, D. (2022). Aşılı Fide Üretiminde Kullanılan Anaçlar. Sebzeerde Fide Yetiştiriciliği 2, 399-491.



## BÖLÜM 3

### SÜS KABAKLARININ MORFOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ VE EKONOMİK DEĞERİ

Zir. Müh. Sadi ERDAL<sup>1</sup>

Doç. Dr. Sıtkı ERMİŞ<sup>2\*</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544257>

---

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye. [sadierdal26@hotmail.com](mailto:sadierdal26@hotmail.com), Orcid ID: 0009-0006-8232-8799

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye. [ermis@ogu.edu.tr](mailto:ermis@ogu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0003-4919-921X

\*Sorumlu yazar





## GİRİŞ

Cucurbitaceae familyası, yaygın olarak kabakgiller olarak tanınmakta olup, dünya genelinde yetiştirilen ve ekonomik değeri yüksek olan tek ve çok yıllık türleri kapsayan birçok türü içermektedir. Bu familyaya ait bitkiler, yüzyıllardır dünyanın farklı bölgelerinde hem besin kaynağı olarak kullanılmakta hem de kültürel ve ekonomik açıdan önemli bir yer tutmaktadır. Cucurbitaceae ailesi, yaklaşık 130 cins ve 800'den fazla türden oluşmaktadır (Rubatzky ve Yamaguchi, 1997). Bu familyada en fazla ekonomik önemi olan cinsler *Cucumis*, *Citrullus*, *Lagenaria* ve *Cucurbita* olup (Robinson & Decker-Walters, 1997; Pitrat ve ark., 1999), tarım sektöründe önemli bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle besin değeri ve ekonomik getirisi nedeniyle bu bitkiler, küresel ölçekte yoğun ilgi görmekte ve geniş alanlarda yetiştirilmektedir (Schaefer ve ark, 2009). Cucurbitaceae familyası; yenilebilir sebzeler, meyveler, tohumlar, tohum yağları ve ilaç hammaddeleri gibi çok çeşitli değerli ürünler içermesiyle ekonomik açıdan da önemli bir yere sahiptir. Bu türlerin dünya genelindeki yaygınlığı, genomik yapıları ve genetik kaynaklarına dair araştırmaların, hastalıklara direnç, verim artışı ve ürün kalitesini geliştirmeye yönelik önemli katkılar sağlamasını mümkün kılmaktadır (Lee ve ark., 2010).

Türkiye, sahip olduğu uygun iklim koşulları ve geniş tarımsal alanları sayesinde, Cucurbitaceae familyasına ait birçok türün yetiştirildiği önemli bir bölge konumundadır. Ülkemizde bu familyada öne çıkan türler arasında; karpuz [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], kavun (*Cucumis melo* L.), acur (*Cucumis melo* var *flexuosus*), hıyar

(*Cucumis sativus* L.), kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.), bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.), sakız kabağı (*Cucurbita pepo* L.) ve anaç olarak kullanılan *Cucurbita maxima* x *moschata* melezleri, yer almaktadır. Bu temel türlere ek olarak, küresel açıdan nispeten daha az öneme sahip, ekonomik değeri ve üretim miktarı daha düşük olan su kabağı [*Lagenaria siceraria* (Molina) Standley.], lif kabağı (*Luffa cylindrica*) ve kudret narı (*Momordica charantia* L.) gibi diğer kabakgil türlerinin de ülkemizde yetiştirilme alanı bulunmaktadır (Balkaya ve Karaağaç, 2005; McCreight, 2017).

Son yıllarda süs kabakları, çeşitli renkleri ve şekilleriyle estetik açıdan dikkat çekmekte ve özellikle sonbahar-kış aylarında dekorasyon amacıyla tercih edilmektedir. Uzun raf ömürleriyle ev ve bahçe dekorasyonunda sıklıkla kullanılan süs kabakları, pazarda ekonomik değeri olan bir tür olarak öne çıkmaktadır (Paris, 2016). Bu türlerin dekoratif özellikleri, Cucurbitaceae familyasının yalnızca gıda değeriyle değil, estetik katkısıyla da öne çıktığını göstermektedir.

Bu kitap bölümünde, süs kabaklarının morfolojik çeşitliliği ile ekonomik ve kültürel önemi ele alınmıştır. Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanan *Cucurbita pepo* var. *ovifera* ve *Cucurbita maxima* türlerine ait meyve şekillerinin morfolojik özellikleri detaylı şekilde incelenmiş, farklı genotiplerin meyve şekillerinin şematik gösterimleri sunulmuştur. Bu değerlendirmeler, süs kabaklarının estetik ve ticari değerine dikkat çekmekte olup, genetik çeşitliliğin korunması

ve türlerin ıslah potansiyelinin ortaya konması açısından da büyük önem taşımaktadır.

## 1. GENEL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK DEĞERİ

Kabakgiller familyası, dünya genelinde gıda güvenliği, ekonomik kazanç ve kültürel değer açısından önemli birçok türü içermektedir. Türkiye gibi uygun iklim koşullarına sahip ülkelerde geniş yetiştiricilik alanlarına sahip olan kabak türleri, farklı iklim ve coğrafi koşullara uyum sağlama yetenekleri, yüksek besin içerikleri, sağlığa faydaları ve ticari değerleri nedeniyle birçok ülkenin tarımsal üretim stratejilerinde önemli bir yer tutmaktadır (Schaefer ve ark., 2009).

Bu familyada fenotipik çeşitlilik oldukça geniş olup, bu çeşitliliğin kaynağı büyük ölçüde meyve şekli, rengi, et kalınlığı, et rengi, meyve büyüklüğü, tohum boyutu ve tohum sayısı gibi özelliklerdeki varyasyonlardan kaynaklanmaktadır (Aslan ve ark., 2009; Hernandez ve ark., 2023). Özellikle yazlık ve kışlık kabaklardaki bu çeşitlilik hem gıda hem de dekoratif amaçlı geniş kullanım alanlarıyla öne çıkmakta; farklı coğrafi bölgelerde çeşitlilik, dağılım ve kendine özgü yapısıyla önemli bir değer taşımaktadır (Paris ve ark., 2012).

Dünyada kabak üretimi, özellikle yüksek besin değeri ve tarımsal ekonomiye katkıları nedeniyle geniş alanlarda yapılmaktadır. FAO'nun 2022 yılı verilerine göre, dünya genelinde kabak üretimi yaklaşık 1.6 milyon hektarlık bir alanda 22.806 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünyada kabak üretiminde birinci sırada 7.376.663 ton ile Çin yer almaktadır. Ardından sırasıyla 1.314.540 ton ile Ukrayna, 1.105.127 ton

ile Rusya gelmektedir (FAOSTAT, 2022). Ülkemizin sahip olduğu zengin iklim çeşitliliği, birçok kabakgil türünün ülkemiz genelinde başarıyla yetiştirilmesine olanak tanımaktadır (Balkaya ve ark., 2019).

Ülkemiz 859.640 dekar alanda 726.594 ton ile kabak üretiminde dünyada 6. sırada yer almaktadır. 2023 yılı TÜİK verilerine göre ülkemizdeki sakız kabağı üretiminin 573.617 ton, bal kabağı üretiminin 94.431 ton ve çerezlik kabak üretiminin 58.546 ton olduğu görülmektedir. Sakız kabağı üretiminde önde gelen iller Mersin, Antalya, Bursa, Muğla ve Ankara; bal kabağı üretiminde Afyonkarahisar, Düzce, Ankara, Sakarya ve Samsun; çerezlik kabak üretiminde ise Nevşehir, Kayseri, Aksaray, Konya ve Eskişehir'dir.

Yurt dışı pazarlarda süs kabaklarına, özellikle scallop ve acorn tipi kabaklara yönelik talep oldukça fazladır ve bu çeşitler bolca satılmaktadır. Türkiye'de ise, süs kabağıyla ilgili olarak TÜİK tarafından herhangi bir istatistiksel veri tutulmamakta olup, bu ürünün yetiştirildiği alanlar ve üretim miktarları hakkında resmi bir bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca, ülkemizde çeşitli bölgelerde süs kabağı yetiştiriciliği yapılmasına rağmen, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü verilerine göre tescil edilmiş bir süs kabağı çeşidi mevcut değildir (TTSM, 2024). Bu nedenle, süs kabağı tohumları genellikle yurtiçi ve yurtdışından temin edilerek büyük marketlerde ve pazarlarda satışa sunulmaktadır.

Kabak türleri, zengin besin içerikleriyle sağlık üzerinde önemli etkiler sağlamaktadır. Tohum, meyve ve yapraklarında yüksek miktarda protein, doymamış yağ asitleri, karotenoidler, tokoferoller ve çinko gibi

mikro elementler bulunmaktadır. Bu bileşenler, bağışıklık sistemini destekleme, hücre hasarını onarma ve antioksidan etkiler sağlama gibi olumlu katkılarda bulunmaktadır. Çinko ve doymamış yağ asitleri, cilt sağlığının korunması, bağışıklık fonksiyonlarının güçlendirilmesi ve metabolik düzenin sağlanması için gereklidir (Dalda-Şekerci ve ark., 2017; Ermiş ve Yanmaz, 2020).

Ayrıca, kabakların antidiabetik özellikleri, kan şekeri kontrolünde destekleyici bir rol oynamakta; antikanser özellikleri ise serbest radikallere karşı koruma sağlayarak kanser hücrelerinin proliferasyonunu engellemeye yardımcı olmaktadır. Antibakteriyel ve antioksidan etkileri sayesinde kabaklar, vücuttaki zararlı mikroorganizmaların etkisini azaltmakta ve oksidatif stresi düşürerek hücre yaşlanmasını yavaşlatmaktadır. Dolayısıyla, halk arasında kabaklar, sindirim sistemi rahatsızlıkları, bağışıklık desteği, cilt problemleri ve iltihabi hastalıkların tedavisinde doğal bir destek aracı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Salehi ve ark., 2019)

## **2. KABAKGİL TÜRLERİNİN GENETİK ZENGİNLİĞİ VE COĞRAFİ DAĞILIMI**

Cucurbitaceae familyası içinde önemli bir yer tutan *Cucurbita* cinsi, farklı coğrafi bölgelere uyum sağlamış ve geniş bir morfolojik çeşitlilik sergileyen türleri barındırmaktadır. *Cucurbita* cinsine ait toplam 12 tür bulunmaktadır. Bu türler, yaprak dokusu, yaprak ve taç yaprağı şekli gibi özellikleri bakımından birbirinden farklıdır (Nee, 1990). Tablo 1'de bu türlerin Latince isimleri ile genel kullanılan isimleri listelenmiştir.

**Tablo 1.** *Cucurbita* cinsine ait 12 tür ve bunların günümüzde bilinen isimleri

	<b>Latince ismi</b>	<b>Genel ismi</b>	
1	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Yazlık	kabak/Sakız kabağı
2	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne.	Kestane kabakları	
3	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne.	Bal kabakları	
4	<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber. ( <i>Cucurbita mixta</i> )	Kışlık kabak	
5	<i>Cucurbita ficifolia</i>	İncir yapraklı kabak	
6	<i>Cucurbita digitata</i>	Acı kabak	
7	<i>Cucurbita radicans</i> Naudin.	Çakal kabağı	
8	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Bufalo kabağı	
9	<i>Cucurbita okeechobeensis</i> Bailey.	Okeechobee kabağı	
10	<i>Cucurbita lundelliana</i> Bailey	Peten kabağı	
11	<i>Cucurbita pedatifolia</i> Bailey	Ayak yapraklı kabak	
12	<i>Cucurbita ecuadorensis</i> Cutler and Whitaker	Ekvador kabağı	

*Cucurbita* türleri, ilk olarak 18. yüzyılın ortalarında Linnaeus tarafından tanımlanmıştır. Bu cinse ait yabancı formların Amerika kıtasında, özellikle Florida ve Teksas bölgelerinde bulunduğu bildirilmiştir. Arkeobotanik bulgular, bazı *Cucurbita* türlerinin Amerika kıtasında M.Ö. 2000-1500 yıllarından itibaren tarıma alındığını göstermekte olup bu, kabakların kökeninin Amerika olduğuna işaret etmektedir. Coğrafi dağılıma bakıldığında, kestane kabağı (*Cucurbita maxima*) Güney Amerika'nın ılıman bölgeleri olan Uruguay ve Arjantin'de; bal kabağı (*Cucurbita moschata*), kışlık kabak (*Cucurbita argyrosperma*) ve incir yapraklı kabak (*Cucurbita ficifolia*) ise tropikal ve subtropikal Amerika'da (Meksika ve Güney Amerika) doğal olarak

yetişmektedir (Montes-Hernandez ve ark., 2005). Kuzey Amerika kökenli olan *Cucurbita pepo*'nun ise kuzeydoğu Meksika'dan başlayarak Güney, Güneydoğu ve Orta Amerika'ya kadar geniş bir alanda yayılım gösterdiği rapor edilmiştir. Bu geniş dağılım, *Cucurbita* türlerinin biyocoğrafik evrimi ve adaptasyon süreçlerine dair önemli bilgiler sunmaktadır (Whitaker ve Bemis 1975; Nee 1990; Wilson ve ark., 1992; Bisognin 2002; Paris ve ark., 2012; Chomicki ve ark., 2020).

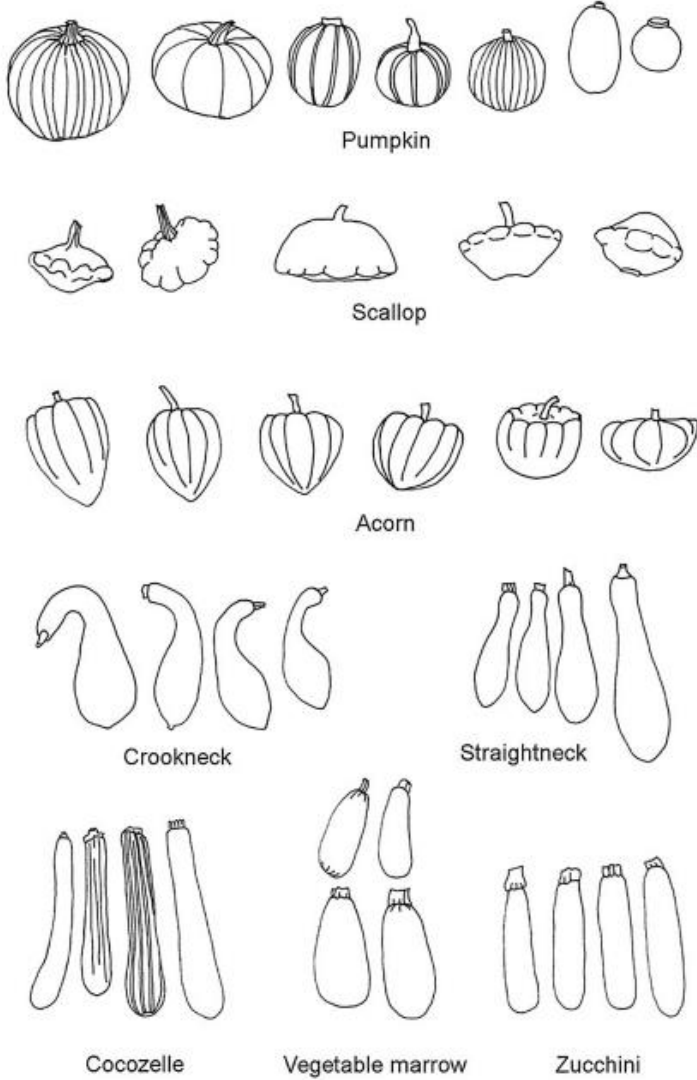
İlk beş tür olan yazlık kabaklar, kestane kabakları, bal kabakları, kışlık kabak ve incir yapraklı kabak, yüksek ticari değere sahip olup, yaygın olarak kültürü yapılan ve tarımsal üretimde önemli yer tutan türlerdir. Bu türler yalnızca gıda amaçlı değil, aynı zamanda çeşitli yemek, tatlı ve dekoratif kullanım alanlarında da geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tablo 1'de listelenen diğer türler ise çoğunlukla yabani olup, sınırlı kullanım alanlarına sahiptir. Bu türlerin doğrudan yetiştiriciliği yapılmamakla birlikte, çevresel adaptasyon yetenekleri ve genetik özellikleri nedeniyle tarımsal ıslah çalışmaları ile kuraklık dayanıklılığı gibi araştırmalarda potansiyel genetik kaynak olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, bu türlerin ilk beş türle yapılan melezleme çalışmaları sonucunda, kuraklık ve külleme gibi hastalıklara dayanıklılık gösteren türler arası melezlerin etkinliği çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur (Whitaker 1959; Khoury ve ark., 2020).

*C. pepo*, dünya genelinde yayılmış olan bu cins içinde ekonomik açıdan en önemli tür olup, bitki aleminde en fazla çeşitlilik gösteren türlerden biri dünyanın tüm coğrafi bölgelerinde yetiştirme alanı bulmaktadır



(Paris, 1996). Günümüzde Basit dizi tekrarları (SSR) yapılan güncel bir araştırma, *C. pepo*'nun *Cucurbita* cinsi içinde en büyük genetik çeşitliliğe sahip tür olduğunu göstermiştir (Gong ve ark., 2013). Meyve şekli, bu türün sınıflandırılmasında temel bir kriter olarak kabul edilmiştir. Meyve şekli, gözlemlenebilir bir özelliktir; ayrıca, meyve büyüme ve gelişim süreci boyunca belirgin bir değişiklik göstermemesi nedeniyle sabit bir karakter olarak kabul edilir. Meyve şeklinin poligenik olarak kontrol altında olması (Sinnott ve Kaiser 1934; Sinnott 1935), bu türün genetik ilişkilerin bir göstergesi olarak değerlendirilmesine olanak tanımakta birlikte bu özellik, *C. pepo* alt türleri arasındaki sınıflandırmada önemli bir yere sahiptir (Paris, 1986). Kültüre alınmış *C. pepo*'nun iki alttürden oluştuğu kabul edilmektedir. Bunlardan ilki olan ssp. *pepo*, yuvarlak meyve tipine sahip balkabaklarını (pumpkin), uzun ve silindirik cocozella'yı, kısa ve konik şekilli kabakları (vegetable marrow) ve düzgün, silindirik yapılı kabakları (zucchini) içermektedir. Diğer alttür olan ssp. *ovifera* (ssp. *texana*), meşe palamudu şeklindeki kabakları (*C. pepo* ssp. *ovifera* var. *turbinata*), deniz kabuğu şeklindeki kabakları (*C. pepo* ssp. *ovifera* var. *clypeata*), kıvrık boyunlu kabakları (*C. pepo* ssp. *ovifera* var. *torticollis*) ve düz boyunlu kabakları (*C. pepo* ssp. *ovifera* var. *recticollis*) kapsamaktadır (Paris, 1986; Kates, 2019). *Cucurbita pepo* türü içindeki yenilebilir alt türlerin meyve şekilleri Şekil 1'de gösterilmiştir. *Cucurbita pepo* türü içindeki yenilebilir alttürlerin meyve şekilleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu türün ekonomik değeri büyük ölçüde sebze olarak tüketilen olgunlaşmamış meyvelerinden kaynaklanmaktadır ve bu meyveler genellikle "yazlık kabaklar" olarak adlandırılmaktadır.

Bunun yanı sıra, balkabağı ve kestane kabağı gibi türler olgun meyve olarak tüketilmekte ve "kışlık kabaklar" olarak da bilinmektedir. Kullanım alanlarındaki bu geniş çeşitlilik, bitki ıslahı hedeflerinin de oldukça farklılık göstermesine yol açmaktadır.







**Şekil 1.** *Cucurbita pepo* Türüne Ait Yenilebilir Alt Türlerin Meyve Şekillerinin Şematik Gösterimleri (Paris, 2016)

Kültüre alınmış *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* ve subsp. *ovifera* alt türlerinde, günümüzde 11 farklı yenilebilir meyve tipi bulunmaktadır. Pumpkin, ölkürbis, spaghetti ve acorn gibi tipler olgun meyve olarak tüketilirken, diğer kabak tiplerinin çoğu olgunlaşmadan, genç meyve döneminde tüketim amacıyla yetiştirilmektedir. Bu çeşitlilik, *Cucurbita pepo* türüne ait çeşitlerin farklı hasat zamanlarında değerlendirilmesine olanak sağlamakta ve her bir kabak grubunun kendine özgü kullanım alanlarını ortaya koymaktadır (Nerson ve ark., 2000; Paris 2006). Kültüre alınmış *Cucurbita pepo* türü, geniş genetik varyasyonu ve yüksek adaptasyon yeteneği sayesinde, dünya genelinde farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağlamış ve bu durum, çeşitli coğrafyalarda özgün kabak tiplerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Her bölge, iklim koşulları, yetiştirme gelenekleri ve tüketici taleplerine göre farklı kabak tiplerini benimsemiştir. Örneğin, pumpkin tipi; Guatemala ve Meksika’da iri tohumlu ve belirgin damarlı meyvelerle öne çıkarken, ABD, Kanada ve diğer ülkelerde Cadılar Bayramı ve dekorasyon amaçlı tercih edilen oluklu ve turuncu tipe dönüşmektedir. Orta Avrupa ve Türkiye’de hafif damarlı ve oluklu bal ve kestane kabakları ile çerezlik tipler tercih edilirken, Afrika’da yazlık, küçük meyveli tiplere kadar geniş bir çeşitlilik göstermektedir (Paris, 2016).

Her bir grup, içinde birçok çeşit barındırmakta olup, bu çeşitlerden bazıları, belirli pazar taleplerine hitap eden özel niteliklere sahiptir. Farklı ülkelerde tüketici tercihleri değişiklik gösterse de bu 11 tip, kendi içinde belirli pazar türlerini oluşturan çeşitli tiplerden oluşmaktadır. Şekil 2’de *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* ve subsp. *ovifera*’ya ait

yenilebilir kabak çeşitlerinin özellikleri ile örnek çeşitler sunulmuştur (UPOV 2024, Paris ve ark., 2012; Paris 2016). Meyve özellikleri bakımından, subsp. *pepo*'ya ait yenilebilir meyve grupları, subsp. *ovifera*'ya kıyasla daha büyük boyutlara ulaşmaktadır. Subsp. *ovifera*'da olgun meyve ağırlığı en fazla 2.72 kg'a kadar çıkarken (Golden Custard), subsp. *pepo*'nun alt türlerine ait olgun meyveler genellikle çok daha büyük olup 25 kg'a kadar ulaşabilmektedir. Tohum özellikleri açısından bakıldığında, subsp. *pepo*'nun tohumları subsp. *ovifera*'ya göre belirgin şekilde daha büyük, uzun, geniş ve kalındır.

Meyve yüzeyindeki siğiller, subsp. *texana*'nın birçok çeşidi ve genotipinde bulunmaktadır. Ancak, bu pürüzlerin boyutu ve yoğunluğu çeşitler ve genotipler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, Crookneck Grubu'nda siğiller büyük ve meyve yüzeyine yoğun bir şekilde dağılmışken, Straightneck Grubu'nda daha az yoğunlukta bulunur. Scallop Grubu kabaklarda siğiller seyrek ve nispeten küçük iken, acorn grubu kabaklarda neredeyse hiç görülmemektedir. Meyve dış rengi açısından incelendiğinde, subsp. *texana*, subsp. *pepo*'ya göre daha fazla çeşitlilik göstermektedir ve bu alt türde ikili, üçlü hatta dörtlü renk kombinasyonlarına sahip çeşitler bulunmaktadır (Paris ve ark., 2012)

Grup	Meyve şekli	Bitki büyüme şekli	Örnek çeşitler	
Pumpkin	Yassı küreselden eliptik küresele kadar	Sürünücü, yarı sürünücü	Halloween, Little Boo, Small Sugar, Connecticut Field, Small sugar, Spookie, Jack O' Lantern	
Miniature Pumpkin	Enine eliptik (bask)	Sürünücü	Jack Be Little	
Scallop	Ekvatorunda kenar çıkıntısına sahip yassı disk şeklinde	Çalı, yarı sürünücü	Patty Pan, Scallopini Golden bush scallop White bush scallop	
Acorn	Ohuklu topaç şeklinde	Çalı	Table Queen, Table King, Mammoth Table Queen, Royal Acorn, Ebony, Jersey Golden acorn, Golden custard	
Neck	Sivri çiçek burununa sahip şişe şeklinde	Çalı	Early Prolific Straightneck, Golden Summer Crockneck, Early yellow crockneck	
Zucchini	Armudi, eliptik, silindirik ve klüp şeklinde	Çalı, yarı sürünücü, sürünücü	Ambassador, Beirut, Clarita, Elite, Ibis, Romano, Shi lavan, Cocozelle, Black beauty, Black zucchini, Fordhook zucchini,	
Rounded Zucchini	Küre	Çalı	De Nice à fruit rond, Redondo, Tondo chiaro di Nizza, Tondo di Toscana, Round Piacenza	
Delicata	Eliptik	Sürünücü	Delicata, Bohemian squash	
Spaghetti Squash	Eliptik	Sürünücü	Pasta, Vegetable Spaghetti	
Rondini	Küre	Sürünücü	Liflle Gem	
Ölkürbis	Küre	Sürünücü	Markant	

**Şekil 2.** *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* ve subsp. *ovifera*'ya Ait Yenilebilir Kabak Çeşitlerinin Özellikleri Ve Örneklemeler

### 3. SÜS KABAKLARININ MORFOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ

*C. pepo* ssp. var. *ovifera*'nın kökeninin ABD'nin doğu bölgeleri olduğu bilinmekte ve bu tür, özellikle bölgedeki doğal ortam koşullarına uyum sağlamıştır. İlk olarak Amerika kıtasının yerli halkları tarafından yetiştirildiği düşünülen bu varyetenin, çevresel koşullara karşı dayanıklılık geliştirdiği ve kendine has morfolojik özellikler kazandığı belirtilmektedir (Decker, 1988). Özellikle spp. *pepo* ve *texana* alttürlerinin 1400'lü yılların sonlarında Avrupa ve Anadolu'ya gelişi ile birlikte, ikincil bir çeşitlenme sürecini başlatmıştır. Bu süreçte, söz konusu türler, ilk evcilleştirildikleri Amerika kıtası dışında, Avrupa ve Anadolu'nun iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayarak genetik çeşitliliklerini artırmış ve böylelikle yeni tip ve çeşitlerin gelişmesine olanak tanımıştır (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Nitekim Zhukousky (1933) yaptığı çalışmada Ukrayna ve Rusya'da yetiştirilen bazı kabak türlerinin kökeninin Anadolu olduğunu da bildirmiştir.

Süs kabakları olarak da bilinen bu tür, sarılıcı gövde yapısına sahiptir. Genellikle ince tüylerle kaplı olan gövdeleri, dallanarak büyüyen ve geniş alanları kaplayabilen bir yapı göstermektedir. Yaprakları iri, loblu ve genellikle pürüzlü bir yüzeye sahiptir. Bitkinin çiçekleri, diğer kabak türlerinde olduğu gibi monoik olup parlak sarı renktedir ve çiçeklenme dönemi oldukça dikkat çekicidir. Meyve yapısı itibarıyla, süs kabakları genetik olarak oldukça çeşitli olup kabuk yapısı, meyve şekli, renk ve büyüklük açısından geniş bir varyasyon göstermektedir (Dalda-Şekerci ve ark., 2017). Meyve şekilleri yuvarlak, oval, armut biçimli, şişkin ya da silindirik gibi pek çok farklı formda olabilir. Renk açısından da

oldukça zengindirler; sarı, turuncu, yeşil ve beyaz gibi renklerin yanı sıra iki renkli ya da desenli meyveleri de bulunmaktadır. Ayrıca, yüzey dokuları da farklılık göstermekte, bazı süs kabakları pürüzsüzken, bazıları dikenli, çıkıntılı veya girintili bir yapıya sahip olabilmektedir (Ferriol ve Picó, 2008).

Süs kabakları günümüzde estetik ve ekonomik değerleriyle dünya genelinde önemli bir konumda bulunmaktadır. Morfolojik özellikleri sayesinde süs bitkileri sektörü için uygun bir seçenek haline gelen süs kabaklarının, bazı yerel varyeteleri küçültülmüş boyutları, farklı renk ve şekilleriyle dikkat çekmekte ve mükemmel hasat sonrası dayanıklılık göstermektedir (Kates, 2019). Özellikle sonbahar döneminde Kuzey Amerika ve Avrupa'da süs kabakları, Cadılar Bayramı ve Şükran Günü gibi kutlamalar için ev ve bahçe dekorasyonlarında sıkça kullanılmakta ve bu mevsimsel talep, milyonlarca dolarlık bir pazara dönüşmektedir. Farklı şekil ve renklerdeki süs kabakları, bu pazarın vazgeçilmez unsurları olarak görülmekte ve tarımsal üretimde önemli bir ticari değer kazanmıştır (Oct, 2002; Ferriol ve Pico 2008; Paris, 2016).

*C. pepo* türünde bulunan kabakların olgunlaşmış veya olgunlaşmamış meyveleri tüketilse de bazı süs kabakları düzensiz şekilli, sert, lifli yapıda ve acı bir iç yapıya sahip oldukları için yenmeye uygun değildir. Bu nedenle, görsel açıdan çekici olmalarına rağmen, bu süs kabakları pişirme amaçlı değil, dekoratif amaçlarla kullanılmaktadır. Yenmeyen süs kabaklarının bazılarında 'gourd' adı verilmektedir. Ancak 'gourd' terimi hem *Cucurbita* üyelerini hem de *Lagenaria* türlerini

kapsayabilmektedir (Paris, 2017, 2018). Ayrıca, yenmeyen bu süs kabaklarının meyve sapları, yenen türlere göre daha ince bir yapıya sahiptir (Paris ve ark., 2012).

*C. moschata* ve *C. maxima* türlerine ait kabaklar, gıda amaçlı kullanımın yanı sıra dekoratif amaçlarla da yaygın şekilde değerlendirilmektedir. Bazı meyveleri 100 kg'ı aşabilmekte ve özellikle sonbahar döneminde bu türlerin farklı şekil, renk ve boyutlara sahip çeşitleri iç ve dış mekân dekorasyonlarında tercih edilmektedir (Kazmińska ve ark., 2017). Özellikle kestane kabağının meyve şekilleri ve diğer fenotipik özellikleri açısından Goldman (2004), *C. maxima* türünü Australian Blue, Banana, Buttercup, Hubbard, Mammoth pumpkin, Turk's turban ve Zapallito olarak yedi grupta toplamıştır. Bu gruplar arasında "Turk's turban" olarak bilinen tür, benzersiz şekli ve çarpıcı renkleriyle dikkat çekmektedir. Genellikle iki veya daha fazla renkten oluşan ve üst kısmı başlık şeklinde olan bu kabak çeşidi, sofraların yanı sıra estetik değeri yüksek bir süs kabağı tipi olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde çok yaygın olarak bilinmemesine rağmen, bazı hobi bahçeciliği yapan kişilerin bu kabak türünü yetiştirerek tatlı yapımında kullandıkları ve ayrıca süs ile dekoratif amaçlarla değerlendirdikleri belirlenmiştir. Turk's turban kabağı, 20-25 cm çapında, parlak renklere sahip, üç belirgin düğümlü, basık turuncu bir tabandan oluşan bir meyveye sahiptir; kırmızı, beyaz, koyu yeşil, krem ve turuncu renklerde türban benzeri çizgilerle karakterize edilmektedir (Hodges ve ark., 1992).



### 3.1. Ülkemizden Toplanan Süs Kabakları Genotiplerindeki Meyve Özelliklerinin Karakterizasyonu ve Varyasyonun Değerlendirilmesi

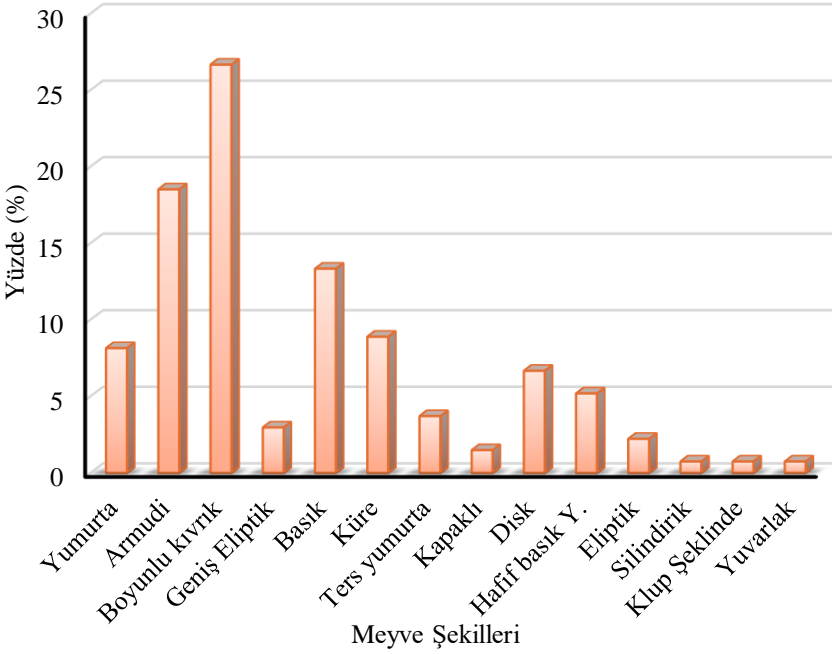
Morfolojik varyasyonlar, bitki ıslahı çalışmalarında kritik bir öneme sahiptir. Yetiştirilen türlerde mevcut olan varyasyonların tanımlanması ve bu varyasyonların dağılımının belirlenmesi, ıslah programlarının etkin bir şekilde uygulanabilmesi için gereklidir. Özellikle sebze ıslahında, kantitatif, kalitatif ve psödo-kalitatif özelliklerin genetik açıdan değerlendirilmesiyle ortaya çıkan varyasyon, genetik analizler için değerli bilgiler sağlamaktadır (Balkaya ve ark., 2010).

Süs kabağı genotiplerinde gözlemlenen geniş morfolojik varyasyon, genetik çeşitlilik ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenmiştir. Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanan bu genotipler, genetik ve fenotipik çeşitlilik açısından önemli bir kaynak sunmaktadır. Benzer şekilde, *Cucurbita maxima* ve *Cucurbita moschata* türlerine ait yerel çeşitlerde de bu genetik ve morfolojik çeşitliliğin belirgin olduğu farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur (Balkaya ve ark., 2010; Babaoğlu ve Türkmen, 2017; Aslan ve ark., 2019). Ülkemizde farklı bölgelerden toplanan süs kabağı genotiplerinde çalışma sayısı çok sınırlı kalmış ve yapılan taramalarda sadece 1 çalışma çıkmıştır. Ülkemizde süs kabağı genotiplerinin morfolojik karakterizasyonuna dair çalışmalar oldukça sınırlıdır ve yapılan taramalar sonucunda yalnızca iki çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda, 36 ve 38 farklı süs kabağı (*Cucurbita pepo* L. var. *ovifera*) genotipi, morfolojik, moleküler ve besinsel

özellikleri açısından detaylı bir şekilde incelenmiştir (Dalda-Şekerci ve ark., 2017;2020).

Bu çalışmada, süs potansiyeli yüksek 135 kabak genotipi, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış ve uygun yetiştirme koşullarında değerlendirilmiştir. Genotiplerin süs özelliklerine dayalı olarak teksel seleksiyonlarla kendileme süreçleri başlatılmış ve saf hatlar elde edilmiştir. UPOV özellik belgesi kriterlerine göre, fide, bitki, meyve ve tohum gruplama karakterleri üzerinden kalitatif, psödo-kalitatif ve kantitatif özellikler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinden temin edilen genotiplerin geniş coğrafi dağılımı, genetik çeşitliliğin belirlenmesi için güçlü bir temel oluşturmuştur.

Morfolojik karakterizasyon çalışmaları, süs kabağı genotiplerinde belirgin varyasyonların varlığını ortaya koymuştur. Özellikle meyve şekillerindeki çeşitlilik, genotiplerin morfolojik zenginliğini yansıtmakta ve süs bitkisi olarak öne çıkmasını sağlayan önemli faktörler arasında yer almaktadır. Çalışmada kullanılan genotipler, S3 kademesinde kendileme yöntemiyle saflaştırılmış ve fenotipik özelliklerin sabitlemesi sağlanmıştır. Süs kabağı genotiplerinin meyve şekline göre gösterdiği varyasyonlar değerlendirilmiş ve bu sınıflandırma Şekil 3'te sunulmuştur.

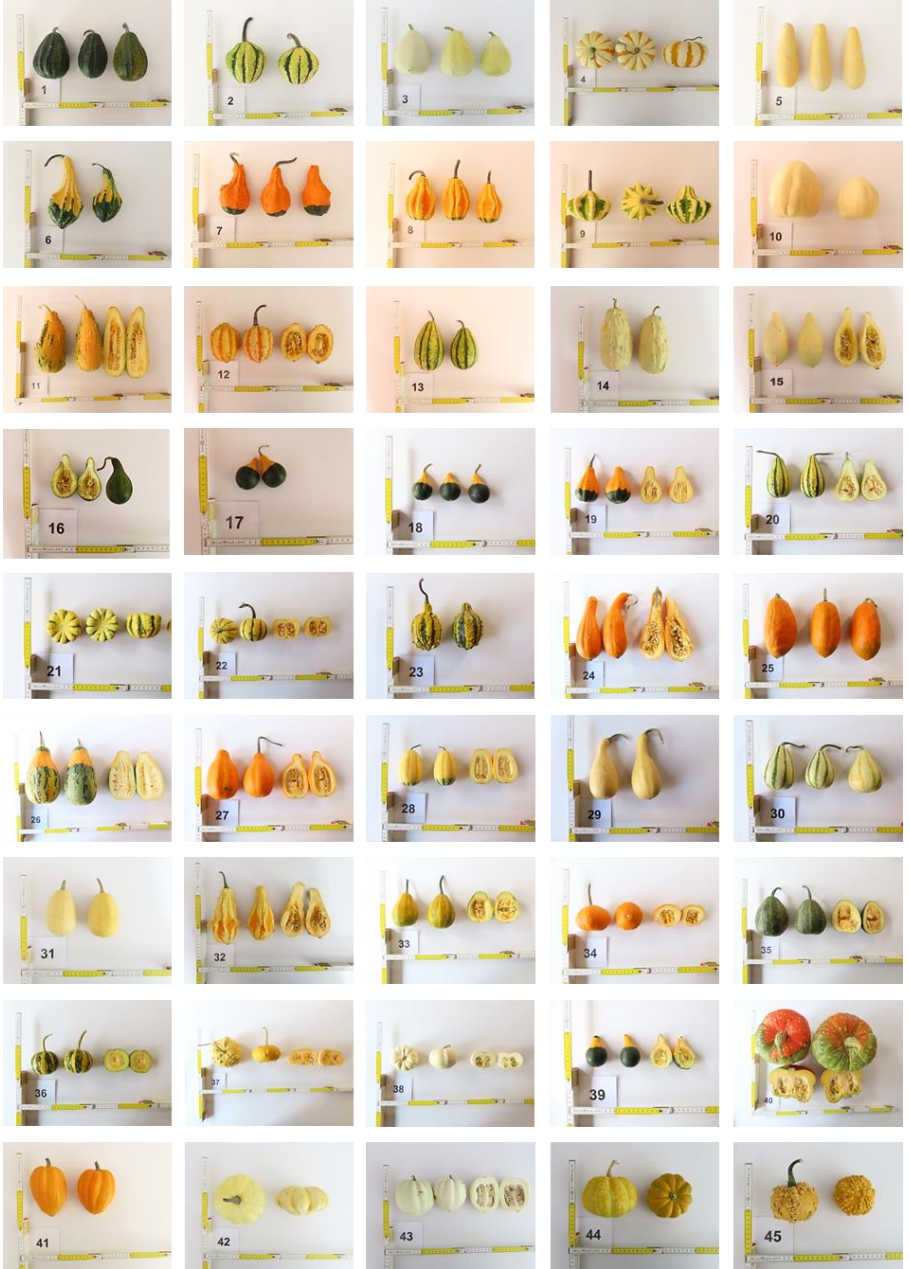


**Şekil 3.** Süs Kabağı Genotiplerinin Meyve Şekli Özellikleri

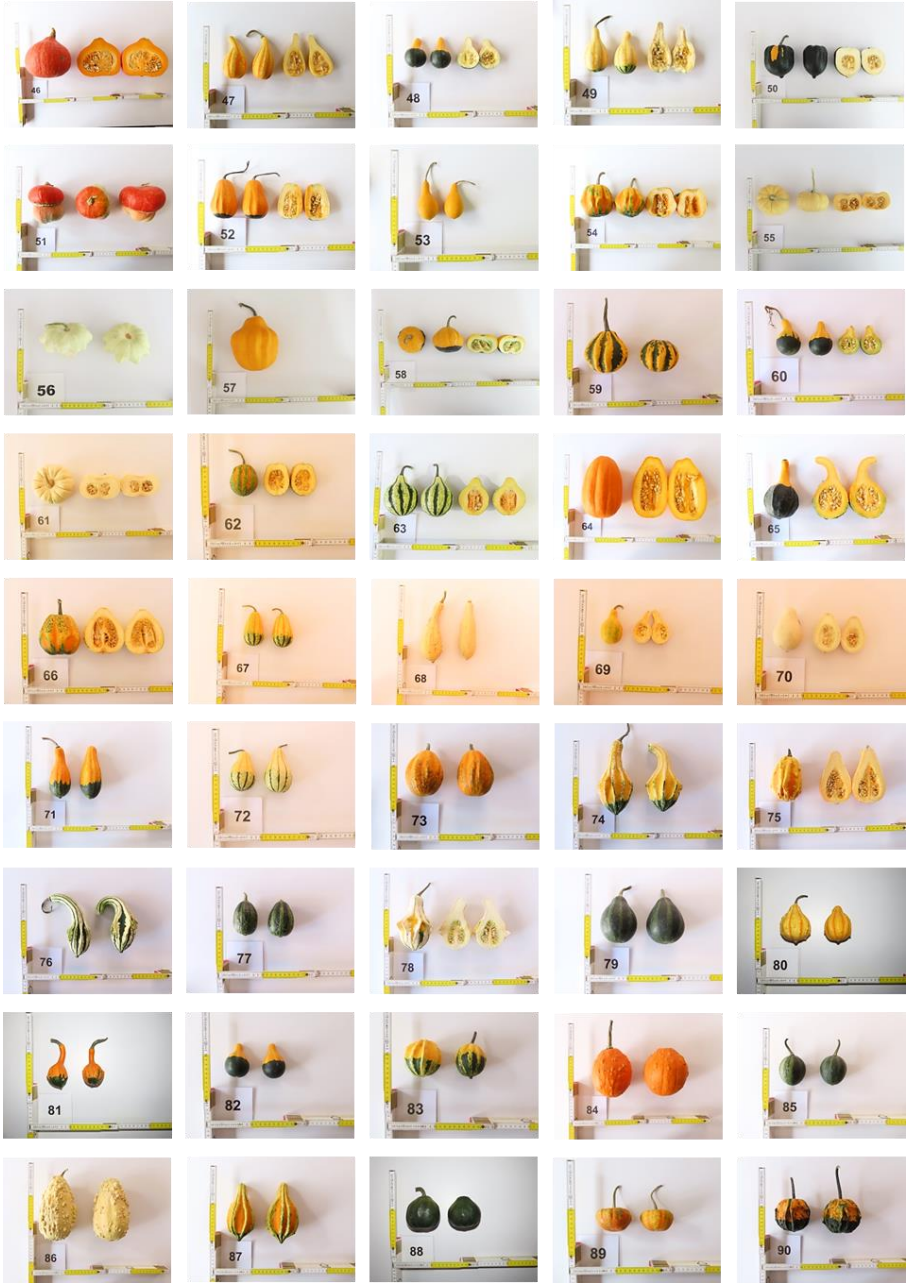
Şekil 3'te görüldüğü üzere, çalışmada kullanılan 135 kabak genotipi, meyve şekline göre 12 farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler ve dağılımları, genotipler arasında belirgin morfolojik çeşitlilik bulunduğunu göstermektedir. Popülasyonda en yaygın görülen meyve şekli, boyunlu kıvrık (%26.67) ve armudi (%18.52) olarak belirlenmiştir. Basık (%13.33) ve Küre (%8.89) şekilleri ise orta sıklıkta gözlemlenmiş ve genotiplerin önemli bir kısmını temsil etmektedir. Disk (%6.67), hafif basık yuvarlak (%5.19) ve ters yumurta (%3.7) gibi şekiller, daha az sıklıkta görülmüş, ancak çeşitliliği destekleyen morfolojik özellikler olarak dikkat çekmiştir. Bunun yanı sıra, popülasyonda nadir görülen kapaklı, silindirik, klup şeklinde ve

yuvarlak gibi meyve şekilleri, genetik çeşitliliğin korunmasında ve ıslah çalışmalarında önemli bir potansiyel taşımaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, süs kabağı genotiplerinde belirgin bir morfolojik çeşitlilik olduğunu ve bu çeşitliliğin ticari, genetik ve estetik açıdan büyük bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

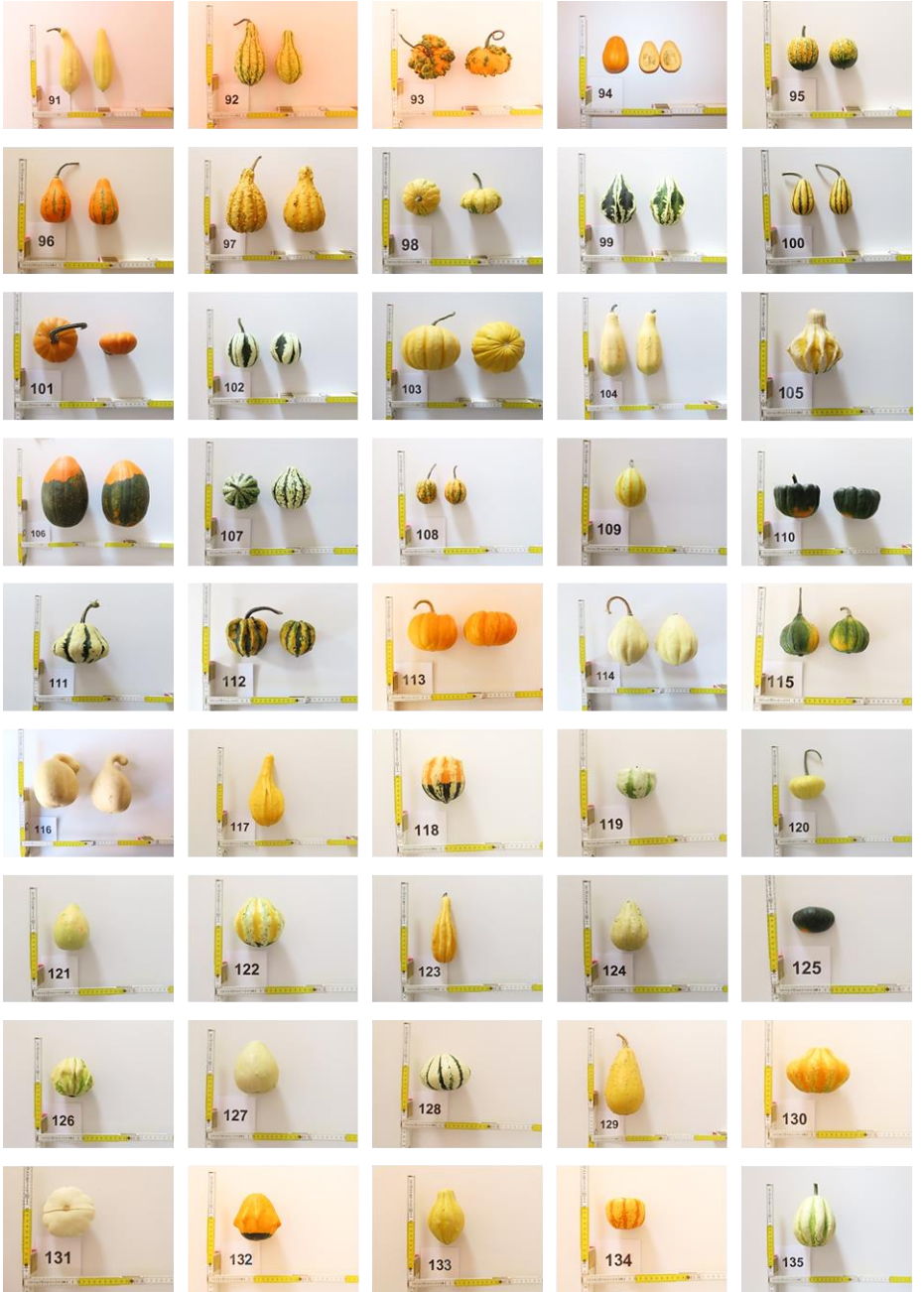
Çalışmada kullanılan 135 süs kabağı genotipine ait meyve şekilleri Şekil 4'te görsel olarak sunulmuştur. Bu görseller, genotipler arasındaki morfolojik çeşitliliği, sınıflandırmayı ve meyve şekillerinin geniş bir yelpazede nasıl dağıldığını görsel olarak ortaya koymaktadır. Boyunlu kıvrık, armudi, basık ve küre gibi baskın şekillerin yanı sıra, kapaklı, silindirik ve klup şeklinde gibi nadir görülen formlar, bu genotiplerin genetik ve estetik çeşitliliğini sergilemektedir. Ayrıca, her bir genotipin kendine özgü şekil özelliklerinin detaylı olarak incelenmesi, süs kabağı genetik kaynaklarının potansiyelini daha iyi anlamaya olanak sağlamaktadır. Fotoğraflar, süs kabağı genotiplerinin dekoratif, estetik ve ticari değerlerini doğrudan gözlemlemeye olanak tanırken, aynı zamanda bu çeşitliliğin korunması ve gelecekteki ıslah çalışmalarında nasıl değerlendirilebileceğine dair somut bir temel oluşturmaktadır.



Şekil 4. 135 Farklı Süs Kabakğı Genotiplerinin Meyve Şekli Özellikleri



Şekil 4 (devamı). 135 Farklı Süs Kabağı Genotiplerinin Meyve Şekli Özellikleri



Şekil 4 (devamı). 135 Farklı Süs Kabakğı Genotiplerinin Meyve Şekli Özellikleri

#### 4. SONUÇ

Bu kitap bölümü, süs kabaklarının tarihsel evrimi, coğrafi dağılımı, üretim durumu, genetik çeşitliliği ve morfolojik özelliklerini bir bütün olarak ele almıştır. Cucurbitaceae familyasının geniş bir coğrafyada, farklı iklim koşullarına uyum sağlayarak genetik çeşitliliğini nasıl koruduğu detaylı şekilde incelenmiştir. Türkiye'nin sahip olduğu uygun iklim koşulları ve geniş tarımsal alanlar, süs kabakları gibi genetik ve estetik açıdan değerli türlerin üretimi ve değerlendirilmesi için önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ancak, resmi üretim verilerinin bulunmaması ve tescil edilmiş çeşitlerin eksikliği, süs kabaklarının daha fazla tanıtılması ve geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Süs kabağı genotiplerinin morfolojik çeşitliliği detaylı bir şekilde incelenmiş ve genetik varyasyonun boyutları ortaya konmuştur. Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanan 135 genotip, geniş bir genetik çeşitlilik sunmakta ve meyve şekli gibi morfolojik özellikler açısından belirgin varyasyonlar göstermektedir. Elde edilen bulgular, süs kabaklarının genetik, estetik ve morfolojik zenginliklerini vurgulamakta ve bu özelliklerin gelecekteki ıslah çalışmalarında nasıl kullanılabileceğine dair bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle genotiplerin geniş coğrafi dağılımı hem çevresel adaptasyon yeteneklerinin hem de genetik varyasyonlarının derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Bu durum, süs kabaklarının sadece dekoratif bir bitki olarak değil, aynı zamanda genetik araştırmalar ve ıslah programları için değerli bir kaynak olabileceğini ortaya koymaktadır.



Sonuç olarak, süs kabaklarının genetik çeşitliliği hem morfolojik karakterizasyon çalışmaları hem de gelecekte yapılacak moleküler analizler için önemli bir altyapı sağlamaktadır. Bu çalışma, süs kabaklarının genetik kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesine yönelik yeni yaklaşımlar geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## KAYNAKÇA

- Aslan, İ., Balkaya, A., Karaağaç, O., Sarıbaş, Ş., & Kurtar, E. S. (2019). Yerel kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) çeşit adaylarının Samsun ilinde farklı lokasyonlarda verim unsurları ve meyve kalite özellikleri yönünden performanslarının incelenmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 318-329.
- Babaoğlu, D., & Türkmen, Ö. (2017). Some fruit characteristics of genotype of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch) with the origin of western anatolia. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(4), 11-16.
- Balkaya, A., Özbakır, M., & Karaağaç, O. (2010). Karadeniz Bölgesinden toplanan balkabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) popülasyonlarının karakterizasyonu ve meyve özelliklerindeki varyasyonun değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 16(1).
- Balkaya, A., Yanmaz, R., & Özbakır, M. (2009). Evaluation of variation in seed characters of Turkish winter squash (*Cucurbita maxima*) populations. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37(3), 167-178.
- Balkaya, A., & Karaağaç, O. (2005). Vegetable genetic resources of Turkey. *Journal of Vegetable Science*, 11(4), 81-102.
- Bisognin, D. A. (2002). Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, 32, 715-723.
- Chomicki, G., Schaefer, H., and Renner, S. S. (2020). Origin and domestication of cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. *New Phytol.* 226, 1240–1255.
- Dalda-Şekerci, A., Karaman, K., Yetişir, H., & Sagdic, O. (2017). Change in morphological properties and fatty acid composition of ornamental pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* var. *ovifera*) and their classification by chemometric analysis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 1306-1314.
- Dalda-Şekerci, A., Karaman, K., & Yetişir, H. (2020). Characterization of ornamental pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *ovifera* (L.) Alef.) genotypes: molecular,

- morphological and nutritional properties. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67, 533-547.
- Decker, D. S. (1988). Origin (s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*, 42, 4-15.
- Ermiş, S., & Yanmaz, R. (2022). Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L.) grown in the different ecological conditions of Turkey. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2), 413-423.
- FAOSTAT, 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#compare> (Access date: 06.11.2024).
- Ferriol, M., & Picó, B. (2008). Pumpkin and winter squash. In *Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae* (pp. 317-349). New York, NY: Springer New York.
- Gong L, Paris HS, Stift G, Pachner M, Vollmann J, Lelley T (2013) Genetic relationships and evolution in *Cucurbita* as viewed with simple sequence repeat polymorphisms: the centrality of *C. okeechobeensis*. *Genet Resour Crop Evol* 60:1531–1546.
- Hernandez, C. O., Labate, J., Reitsma, K., Fabrizio, J., Bao, K., Fei, Z., Grumet, R., Mazourek, M. (2023). Characterization of the USDA *Cucurbita pepo*, *C. moschata*, and *C. maxima* germplasm collections. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1130814.
- Hodges, L., Baxendale, F. P., & Wysong, D. S. (1992). Growing squash and pumpkin for food and ornamentation. EC-Cooperative Extension Service, University of Nebraska (USA).
- Kates, H. R. (2019). Pumpkins, squashes, and gourds (*Cucurbita* L.) of North America. *North American crop wild relatives, volume 2: important species*, 195-224.
- Każmińska, K., Sobieszek, K., Targońska-Karasek, M., Korzeniewska, A., Niemirowicz-Szczytt, K., & Bartoszewski, G. (2017). Genetic diversity assessment of a winter squash and pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne)

- germplasm collection based on genomic Cucurbita-conserved SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 219, 37-44.
- Khoury, C. K., Carver, D., Kates, H. R., Achicanoy, H. A., van Zonneveld, M., Thomas, E., Heinitz, C., Jarret, R., Labate, J.A., Reitsma, K., Nabhan, G.P & Greene, S. L. (2020). Distributions, conservation status, and abiotic stress tolerance potential of wild cucurbits (*Cucurbita* L.). *Plants, People, Planet*, 2(3), 269-283.
- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Echevarria, P. H., Morra, L., & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 93-105.
- McCreight, J. D. (2017). Cultivation and uses of cucurbits. *Genetics and genomics of Cucurbitaceae*, 1-12.
- Montes-Hernandez, S., Merrick, L. C., & Eguiarte, L. E. (2005). Maintenance of squash (*Cucurbita* spp.) landrace diversity by farmers' activities in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 697-707.
- Nee, M. (1990). The domestication of cucurbita (*Cucurbitaceae*). *Economic Botany*, 44(Suppl 3), 56-68.
- Nerson, H., Paris, H. S., & Paris, E. P. (2000). Fruit shape, size and seed yield in *Cucurbita pepo*. In VII Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding 510 (pp. 227-230).
- Ott, C. (2002). Squashed myths: The cultural history of the pumpkin in North America. University of Pennsylvania.
- Paris, H. S. (2018). Consumer-oriented exploitation and conservation of genetic resources of pumpkins and squash, *Cucurbita*. *Israel Journal of Plant Sciences*, 65(3-4), 202-221.
- Paris, H. S. (2017). Genetic resources of pumpkins and squash, *Cucurbita* spp. *Genetics and genomics of Cucurbitaceae*, 111-154.
- Paris, H. S. (2016). Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: *Cucurbitaceae*): progress and challenges. *Euphytica*, 208, 415-438.

- Paris, H. S., Lebeda, A., Kristkova, E., Andres, T. C., and Nee, M. H. (2012). Parallel evolution under domestication and phenotypic differentiation of the cultivated subspecies of *cucurbita pepo* (cucurbitaceae). *Economic Bot.* 66, 71–90.
- Paris, H. S., Burger, Y., & Schaffer, A. A. (2006). Genetic variability and introgression of horticulturally valuable traits in squash and pumpkins of *Cucurbita pepo*. *Israel Journal of Plant Sciences*, 54(3), 223-231.
- Paris, H. S. (1996). Summer squash: history, diversity, and distribution. *HortTechnology*, 6(1), 6-13.
- Paris, H. S. (1986). A proposed subspecific classification for *Cucurbita pepo*. *Phytologia*. 61:133-138.
- Pitrat, M. (2013). Phenotypic diversity in wild and cultivated melons (*Cucumis melo*). *Plant Biotechnology*, 30(3), 273-278.
- Robinson, R.W., Decker-Walters, D. (1997) Cucurbits. Cab International, New York
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997). Cucumber, Melons, Watermelons, Squash, and Other Cucurbits. *World Vegetables*, 577–639. doi:10.1007/978-1-4615-6015-9\_24.
- Salehi, B., Capanoglu, E., Adrar, N., Catalkaya, G., Shaheen, S., Jaffer, M., Giri, L., Suyal, R., Jugran., K. A., Kregiel, D., Antolak, H., Pawlikowska, E., Sen, S., Acharya, K., Selamoğlu, Z., Sharifi-Rad, J., Martorell, M., Rodrigues, C.F., Shapropov., F., Martins, N. & Capasso, R. (2019). Cucurbits plants: A key emphasis to its pharmacological potential. *Molecules*, 24(10), 1854.
- Schaefer, H., Heibl, C., & Renner, S. S. (2009). Gourds afloat: a dated phylogeny reveals an Asian origin of the gourd family (Cucurbitaceae) and numerous oversea dispersal events. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1658), 843-851.
- Sinnott, E. W. (1935). Evidence for the existence of genes controlling shape. *Genetics*, 20(1), 12.
- Sinnott, E. W., & Kaiser, S. (1934). Two types of genetic control over the development of shape. *Bulletin of the torrey Botanical club*, 1-7.
- TTSM, 2024. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü Resmi Kayıtları.

- TUİK, 2023, Türkiye İstatistik Kurumu verileri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Access date: 08.11.2024).
- UPOV, 2024. International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability, <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg119.pdf>(Access date: 10.11.2024).
- Whitaker, T. W. (1959). An interspecific cross in *Cucurbita* (*C. lundelliana* Bailey × *C. moschata* Duch). Madrono, 15(1), 4-13.
- Wilson, H. D., Doebley, J., & Duvall, M. (1992). Chloroplast DNA diversity among wild and cultivated members of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). Theoretical and Applied Genetics, 84, 859-865.
- Zhukovsky, P. (1933). Agricultural Turkey.



**BÖLÜM 4**  
**SÜS KABAKLARININ KULLANIM ALANLARI VE**  
**YETİŞTİRİCİLİĞİ**

Doç. Dr. Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ<sup>1\*</sup>  
Prof. Dr. Atilla DURSUN<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544261>

---

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye.  
f.parlakova@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-7417-1716.

atilladursun@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-8475-8534.

\*Sorumlu yazar





## GİRİŞ

Cucurbitaceae üyeleri ağırlıklı olarak tropikal türlerden oluşmakta ve 118 cins ve 825 tür içermektedir (Jeffrey 1990). Cucurbitaceae familyası eşit büyüklükte olmayan iki alt familyaya bölünmüştür. Birinci alt familyası Zanonioideae'dır ve bu alt familyada 18 cins ve 80 tür bulunmakta ve ikinci alt familyası Cucurbitoideae olup 100 cinsi içermektedir (Jeffrey 1990; Rubatzky ve Yamaguchi 1997). Cucurbita üyelerinin çoğu tüketim amaçlı olarak yetiştirilirken, bazıları da dünyanın hemen hemen tüm sıcak ve ılıman bölgelerinde dekoratif amaçlı olarak yetiştirilmektedir (Paris ve ark. 2003).

Süs kabağı, genellikle süs eşyası veya mutfak eşyalarının yapımına uygun, sert kabuklu, yenen ve yenmeyen türler olarak tanımlanmaktadır. Süs kabakları, tek yıllık bitkiler olup, her yıl tohumlarıyla yeniden üretilmektedirler. Bitkiler, geniş yaprakları ve uzun sürgünleriyle bilinmektedirler. Çiçekler, genellikle sarı renkte olup, erkek ve dişi çiçekler farklı zamanlarda açmaktadırlar. Süs kabakları insanlarda merak uyandırmış, renkli hikayelere ilham vermişlerdir. Bunun yanında, duygusallık, doğurganlık ve yazın bolluğu ve sıcaklığıyla ilişkilendirilmişlerdir (Bratsch, 2005).

Süs kabakları, yaygın olarak Cucurbita ve Lagenaria cinslerine aittirler. Cucurbita cinsine ait türlerin çiçek rengi sarı ve türler Amerika kıtasına özgüdürler. Cucurbita cinsinde pek çok farklı tür yer almaktadır. Süs kabağı olan en yaygın türlerden bazıları şunlardır:

- ❖ ***Cucurbita pepo***: En yaygın süs kabaklarından biridir ve farklı renkler ve şekillerde olabilmektedir (Bratsch, 2005). Süs kabaklarının çoğu, *C. pepo* var. ovifera türünde yer almaktadır.

Bu tür içinde elma, çan, yumurta, iki renkli, turuncu ve armut şekilli çeşitler bulunmaktadır (Fox, 1971) (Şekil 1).

- ❖ ***Cucurbita maxima***: Daha büyük ve genellikle tatlı kabak türlerinden biridir (Bratsch, 2005). Dekoratif amaçlarla yetiştirilen küçük türleri de vardır. *C. maxima* var. turbaniformis, turban şeklindeki kabakları içermektedir ve yaygın olarak süs amaçlı kullanılmaktadırlar (Fox, 1971) (Şekil 1).
- ❖ ***Cucurbita moschata***: Genellikle daha uzun süre dayanabilen ve meyveleri daha kuru olan türdür (Bratsch, 2005) (Şekil 1). Bu tür, kuraklığa dayanıklı süs kabakları varyantlarına sahiptir.
- ❖ ***Cucurbita argyrosperma***: Diğer türlerden daha az bilinen bir türdür, ancak bazı süs kabakları bu türde yer almaktadır (Bratsch, 2005).

Lagenaria cinsine ait en yaygın tür:

- ❖ ***Lagenaria siceraria***: Su kabakları veya şişe kabakları olarak bilinen bu bitkiler, genellikle geleneksel el sanatlarında, özellikle doğal malzeme olarak çeşitli objeler ve süs eşyaları yapmak için kullanılmaktadır. Meyve uzunlukları 7,5 cm ile 91 cm aralığına kadar değişebilmekte ve meyve şekli eldiven, disk, şişe, dambıl, sopalı, boynu eğik veya spiral şeklinde olabilmektedir. Bu tür, dekoratif objeler yapmak için oldukça popülerdir çünkü meyveleri genellikle büyük, düzgün ve içi boş olmakta, bu da onları oyma ve şekillendirme için uygun kılmaktadır (Smith, 2006) (Şekil 2).



Şekil 1. Cucurbita Cinsinde Yaygın Olan Süs Kabağı Örnekleri (Origene Seeds Ltd., 2024)

Cucurbita cinsi ve Lagenaria cinsi dışında, başka türler de süs kabağı olarak yetiştirilebilmektedir. Örneğin, *Cucumis myriocarpus* (yılan kabakları) süs kabakları olarak kullanılabilir. Bu türün çeşitleri genellikle farklı, ilginç şekillerde olabilmektedir. Trichosanthes ve Cayaponia gibi cinslerde de süs kabakları bulunabilmekte, ancak bunlar daha nadir ve daha az yaygındırlar (Smith, 2006). Luffa cinslerinin türleri de süs kabağı olarak kullanılabilir. En yaygın süs kabağı olarak bilinen ve bulaşık bezi (sünger olarak da bilinen) su kabağı olan tür *Luffa cylindrica*'dır (Upham, 2020).



Şekil 2. Fizyolojik Olarak Olgun (A) ve Kuru (B) *Lagenaria siceraria* Meyveleri (Brdar-Jokanović ve ark., 2024)

Süs kabağı türleri aşağıdaki kategorilere göre de sınıflandırılmaktadır (Hybrid Seed Company New Zealand Ltd. 2023) (Şekil 3):

- ❖ Dev kabaklar (*C. maxima*): 150 ile 250 kg.
- ❖ Büyük veya çok büyük kabaklar (*C. maxima*): 20 ile 70 kg.
- ❖ Büyük boy Cadılar Bayramı balkabakları (Halloween) (*C. pepo*): 10 ile 20 kg.
- ❖ Orta boy Cadılar Bayramı (Halloween) balkabakları: 7 ile 10 kg.
- ❖ Küçük ila orta boy kabaklar: 3 ile 7 kg.
- ❖ Küçük ve turta büyüklüğündeki balkabakları: 1 ile 3 kg.
- ❖ Minyatür kabaklar: 0,45 kg'dan az.
- ❖ Beyaz ve diğer renkler: Farklı boyutlar.
- ❖ Özel veya yeni türler arasında: Süper freaks, türbanlar, istifçiler ve renkli türler.



Şekil 3. Cucurbita Cinsi Süs Kabağı Örnekleri (Hybrid Seed Company New Zealand Ltd. 2023)

## 1. SÜS KABAĞI TÜRLERİ

*Cucurbita pepo*, Cucurbitaceae familyası içerisinde ekonomik açıdan en önemli tür olup, varyasyon derecesi en yüksek olan türdür. *Cucurbita pepo*, Meksika'da kültüre alınmıştır ve dünyanın diğer ılıman bölgelerinde de yetiştirilmektedir (Chomicki ve ark. 2020). *C. pepo*, çok sayıda alt tür ve varyeteye sahip ve meyve morfolojisinde büyük farklılıklar gösteren çok sayıda çeşit ile son derece çeşit zengini olan bir türdür (Paris 2008; Schaffer ve Paris 2016) (Şekil 1, Şekil 3, Şekil 4).



Şekil 4. *Cucurbita pepo* ve *Cucurbita foetidissima*'nın Bazı Meyve Fenotipleri (Wang ve ark., 2021)

Yaz kabağı olarak bilinen olgunlaşmamış meyvelere sahip çeşitler; renk (yeşil, sarı veya turuncunun çeşitli tonları), desen (tekdüze veya alacalı), kabuk özellikleri (odunlaşmış veya odunsu olmayan ve pürüzsüz, siğilli, buruşuk vb.), şekil (yuvarlak, silindirik, düz, taraklı)

ve boyut (olgunlaştığında 100 g'dan az olan ile 20 kg'ın üzerinde olan) özellikleri bakımından zengindirler (OECD 2016). Yaz kabağı (*C. pepo*) çeşitleri meyve şekline göre altı gruba ayrılmaktadır: "Cocozelle", "Crookneck", "Scallop", "Straightneck", "Sebze İliği (Vegetable Marrow)" ve "Zucchini" (Paris 2008; Blanca ve ark. 2012; Ebert ve ark., 2023) (Şekil 5). Olgun meyveleri için yetiştirilen *C. pepo* çeşitleri iki gruba ayrılır: "Meşe Palamudu" (birkaç kış kabağı dahil) ve "Balkabağı" (turta balkabağı gibi yenilebilir türleri veya süs amaçlı kullanılanları içerir). Son olarak, yalnızca süs amaçlı olarak yetiştirilen üç grubu vardır: "Oviform, Pürüzsüz Kabuklu Kabak", "Yuvarlak, Pürüzsüz Kabuklu Kabak" ve "Siğilli Kabak"; bunlar renkli, sert kabuklu, acı, küçük meyveler üretmektedirler (Younis ve ark. 2000; Salehi ve ark. 2019; Ebert ve ark., 2023).



Şekil 5. Yaz Kabağı (*C. pepo*) Çeşitleri (Origene Seeds Ltd., 2024)

Smith (2006) *C. pepo* türünün iki alt türden oluştuğunu ifade etmiştir: *C. pepo* ssp. *pepo* ve *C. pepo* ssp. *Ovifera*'dır. *C. pepo* ssp. *pepo*, balkabağı, diğer kabakları, Meksika'nın yerel çeşitlerini ve birkaç süs



su kabağını içermektedir. *C. pepo* ssp. ovifera hem kültüre alınmış hem de yerel popülasyonlardan oluşmakta ve üç taksona ayrılmaktadır: *C. pepo* ssp. ovifera var. Ovifera (1), Amerika Birleşik Devletleri'nde yerel popülasyon halindeki *C. pepo* ssp. ovifera var. Texana (2) ve *C. pepo* ssp. ovifera var. Ozarkana (3) taksonlardır (Decker-Walters ve ark., 1993, 2002).

*Cucurbita pepo* ssp. ovifera var. ovifera, Doğu ABD kökenli süs balkabakları olarak bilinmektedir (Decker-Walters ve ark. 2001). Genellikle süs amaçlı yetiştirilen bu kabakların morfolojik özellikleri, meyvelerinin pürüzsüz ve küçük armut şeklinde olması, alt yarısının yeşil, üst yarısının sarı renkte olması, aynı türe ait yaprak ve sapların dikenli olması olarak belirtilmektedir (Decker 1988; Tuncer 2013). *C. pepo* var. ovifera türleri elma, çan, yumurta, iki renkli, portakal ve armut gibi büyük ölçekli renkli ve çeşitli şekillere sahiptir. Türlerin kabuk yüzeyi pürüzsüz veya siğilimsi, renkli veya düz, çizgili veya çıkıntılı olabilmektedir (URL-1) (Şekil 6).



Şekil 6. Bazı Süs Kabağı (*Cucurbita pepo* var. *ovifera*) Genotiplerinde Meyve Büyüklüğü Ve Şeklindeki Çeşitliliğe Ait Görsel (Sekerci ve ark., 2017)

*Cucurbita maxima*, Güney Amerika'nın sıcak ılıman bölgelerine özgüdür (OECD 2016; Kates ve ark. 2017). Bugün, *C. maxima* (çeşide bağlı olarak Hubbard kabağı, kabocha kabağı, balkabağı, kış kabağı olarak da bilinir) en yaygın olarak yetiştirilen *Cucurbita* türünden biridir (Ferriol ve ark. 2004). Aynı zamanda *C. maxima*; renk desenleri, şekilleri ve boyutları da dahil olmak üzere çok çeşitli meyve özelliklerine sahip olan *C. pepo*'dan (Ferriol ve Picó 2008) sonra

fenotipik olarak en çeşitli ikinci tür olarak kabul edilmektedir. Bu çeşitliliği sınıflandırarak *C. maxima* türü altı grup olarak tanımlanmıştır (Castetter 1925; Whitaker ve Davis 1962, Decker-Walters ve Walters 2000). Bu gruplar "Muz" (uzun, sivri meyveler) , "Lezzetli" (konka şeklinde, eti kaliteli), "Hubbard" (sivri veya kavisli uçlu, sert kabuklu oval meyveler), "İlik" (yumuşak kabuklu ve limon şeklinde), "Gösteri" (çok büyük ve küresel, turuncu renkli meyveler) ve "Turban" (sert kabuklu, turban şeklinde) şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 3). Bazı "Gösteri" türü çeşitler, gösteriler ve yarışmalar için kullanılan yüzlerce kilogram ağırlığında devasa balkabakları üretmektedir (örneğin, 'Mamut Biber' ve 'Mamut Balina') (OECD 2016). *C. maxima* var. turbaniformis, turban şeklindeki kabakları içermektedir ve yaygın olarak süs amaçlı kullanılmaktadırlar (Fox, 1971).

*Cucurbita moschata*, MÖ 5000 civarında Güney Meksika'da ve MÖ 3000 civarında Peru kıyılarında keşfedilmiştir. Güney Amerika, bu türün ikinci gen merkezi olarak düşünülmektedir. Bu tür, MÖ 1400 civarında kuzeydoğu Meksika'ya ve M.S. 900 civarında güneybatı Amerika'ya yayılmıştır. Kuzey Amerika'ya özgü olan eğri boyunlu ve peynir balkabaklarının çeşitli varyasyonları Hindistan, güneydoğu Asya, Anadolu ve Japonya'da bulunabilmektedir (Kiple ve Ornelas, 2000).

*Lagenaria siceraria* (şişe kabağı), Cucurbitaceae familyasından süs amaçlı yetiştirilen diğer bir kabak türüdür ve Eski Dünya tropiklerine özgüdürler. Beyaz çiçekli kabak olarak da bilinen su kabağı (*Lagenaria siceraria*) monoik çiçek yapısına sahip, büyük beyaz çiçekleri olan bir kabak türüdür. *Lagenaria* su kabakları olgunlaştıklarında ten renginden kahverengiye kadar değişen renklerde dirler, uzun, dar sert saplara sahip ve birçok farklı şekil ve boyuta sahiptirler (Şekil 2). Örneğin, mağara adamı ve Herkül sopası, su kabağı, yunus (maranka), kuğu kabağı, elma, davul, şişe ve yılan su kabakları, küçük ve büyük kepçe türleri

gibi benzersiz türleri içermektedir (Bratsch, 2009). *Lagenaria* cinsi içerisinde 5 tane *Lagenaria* türü daha bulunmaktadır. Bunlar *L. breviflora* (Benth) Roberty, *L. abyssinica* (Hook F.) Jeffrey, *L. rufa* (Gilg) Jeffery, *L. spherica* (Sonder) Naudin ve *L. guineensis* (G. Don) Jeffrey'dir (Decker-Walters ve ark., 2001; Morimoto ve ark., 2005). Afrika ve bazı Asya ülkelerinde bir sebze olarak tüketilen su kabağı karbonhidrat, vitamin A, vitamin C ve mineraller açısından zengindir (Pessarakli 2016). Su kabağının olgunlaşmamış meyveleri haşlanarak, kızartılarak ya da dolması yapılarak farklı ülkelerde tüketilmektedir. Olgunlaşmış meyveleri ise içerisi boşaltıldıktan sonra su kabı, gıda saklama kapları, tas, müzik aleti, dekoratif amaçlı, el sanatları, oyuncak ve balık ağlarında yüzeyde tutucu olarak da kullanılmaktadır. Su kabağı tohumları yemeklerde veya yağ çıkartmak amaçlı da kullanılabilir. Bunun yanında sülüklerinin ve yapraklarının bazı tıbbi değerlerinin de olduğu bildirilmektedir (Herklots, 1972; Heiser 1979; Tindall, 1983). Su kabağının diğer bir kullanım alanı toprak kökenli hastalıklara karşı karpuz bitkisine anaç olarak kullanılmasıdır (Ashita, 1927; Oda, 1995; Yetişir, 2001).

## 2. SÜS KABAKLARININ KULLANIM ALANLARI

Son zamanlarda süs kabakları, morfolojik özelliklerinin süs eşyası sektörüne uygun olması nedeniyle süs eşyası pazarı için iyi bir seçenek haline gelmiştir. Morfolojik özelliklerinin farklı boyutlarda, şekillerde ve renklerde olmasının yanı sıra sert kabuklu olmaları nedeniyle hasat sonrası dayanıklılıklarının uzun sürmesi de süs eşyası pazarı için önemli olmalarında etkili olmuştur (Neitzke, 2007).

Süs kabakları, sadece dekoratif amaçlarla değil, aynı zamanda gıda, sanat, tarım ve geleneksel tıp gibi çeşitli alanlarda da önemli bir yere

sahiptir. Bu çok yönlü bitkiler, hem estetik hem de işlevsel özellikleriyle farklı kültürlerde ve uygulamalarda kullanılmaktadır.



Şekil 7. Süs Kabaklarının Masa Süslemelerinde, Sehpa Üzerinde Ve Kapı Süslerinde Dekoratif Amaçlarla Kullanımlarına Örnekler (Fotograf: Watson 2023)

## 2.1. Dekoratif Kullanım

### 2.1.1. Ev Dekorasyonu

Süs kabakları, özellikle sonbahar ve kış aylarında popüler birer dekorasyon ürünleridir. Renkli ve farklı şekillerdeki süs kabakları, masa süslemelerinde, kapı süslerinde, sehpa üzerinde veya pencere kenarlarında dekoratif amaçlarla kullanılabilir (Heiser, 1989; Robinson ve Decker-Walters, 1997) (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 8. Süs Kabaklarının Kullanım Örnekleri (Watson, 2023)

### 2.1.2. Halloween (Cadılar Bayramı)

Süs kabakları, özellikle *Cucurbita pepo* türü, Halloween için oyulup içine mum yerleştirilerek "kabak lambası" (Jack-o'-lantern) yapılmaktadır. Bu gelenek, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da yaygındır. *Cucurbita pepo* türü, Cadılar Bayramı'nın simgelerinden biri haline gelmiştir ve bu gelenek, 19. yüzyılın sonlarına kadar uzanmaktadır. *Cucurbita pepo*'nun büyük, kolayca bulunabilen ve kolayca oyulabilen bir sebze olması nedeniyle bu gelenekte kullanımı tercih edilmiştir (Şekil 9 a, b, c). *Cucurbita pepo* 'Orange Smoothie' parlak turuncu renkte ve düzgün yüzeyli bir süs kabağıdır. Boyutları genellikle küçük ile orta arasında değişmektedir. Yüksek dekoratif değere sahip olan bu tür, özellikle Halloween ve Şükran Günü dekorasyonlarında kullanılır. Ayrıca, iç mekanlarda masa süsü olarak da popülerdir (Heiser, 1989).



Şekil 9. (a) *Cucurbita pepo* Türü ile "Kabak Lambası" (Jack-O'-Lantern) Yapımı (URL-2); (b) *Cucurbita pepo* Türü, Halloween İçin Oyulup İçine Mum Yerleştirilmiştir (URL-3); *Cucurbita pepo* Türü ile Hazırlanmış Figür (Orijinal)

### 2.1.3. Alman Şükran Günü (Erntedankfest)

Almanya'nın geleneksel hasat şükran festivalidir genellikle Eylül veya Ekim ayında kutlanmaktadır. Bu festivalin temeli, Almanya'daki tarım toplumlarının yıl boyunca elde ettikleri ürünlere teşekkür etmek ve kutlamak için düzenledikleri törenlere dayanmaktadır. Şükran günü

konsepti, tarım ürünlerinin bereketini simgeler ve süs kabakları da bu bereketin sembollerinden biridir. Festivalde, çeşitli hasat ürünleriyle birlikte süs kabakları masa süslemelerinde, şenlik alanlarında (Şekil 10) ve evlerde dekorasyon amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 10. Almanya Geleneksel Hasat Şükran Festivalinde Süs Kabakları İle Yapılan Tasarımlar (Orijinal)

#### 2.1.4. Çiçek Aranjmanları

Süs kabakları, kurutulup çiçek aranjmanlarında ve doğal temalı dekorasyonlarda kullanılabilir (Şekil 11).





**Şekil 11.** (a, b); Sonbahar Çiçek Aranjmanlarında Süs Kabaklarının Kullanıldığı Örnekler (URL-4); (c) Süs Kabağı İle Yapılmış Teraryum Uygulaması (URL-5); (d) Süs Kabakları İle Hazırlanmış Şükran Günü Dekorü (URL-6)

### 2.1.5. Mumluklar ve Aydınlatmalar

Süs kabakları, içi oyularak mumluk olarak kullanılabilir veya farklı ışıklandırma sistemlerine entegre edilebilmektedir (Şekil 12).



**Şekil 12.** Su Kabağı İle Yapılmış Dekoratif Eserler (URL-7) (a); Süs Kabaklarının Şamdan Olarak Kullanım Örnekleri (URL-8) (b); Farklı Boy, Desen Ve Şekillerdeki Süs Kabakları İle Yapılan Mumluklar (URL-9) (c)

## 2.2. Gıda Olarak Kullanımı

Bazı süs kabakları, özellikle *Cucurbita maxima* ve *Cucurbita moschata* türleri, yenilebilir kabak türleridir (Kays, 1999). Bu türler, özellikle çorbalarda, yemeklerde ve tatlılarda kullanılabilir (Şekil 13). Türlerin farklı tatlarda olmaları, onları hem tatlı hem de tuzlu yemeklerde kullanmayı mümkün kılmaktadır. Tüketilebilir özellikte olabilmeleri tat durumuna ve dokusunun yumuşak veya sert olmasına bağlıdır. *Cucurbita moschata* 'Butternut' uzun, ince ve sarımsı-turuncu renkte bir süs kabağı türüdür. Boyutları genellikle orta büyüklüktedir. Hafif tatlı ve yumuşak etli olup, genellikle yemeklik olarak kullanılsa da, dekoratif amaçlarla da kullanılabilir (Kays, 1999). Süs kabaklarının çekirdekleri kavrulup atıştırmalık olarak veya salatalarda kullanılabilir. Ayrıca bazı türlerin çekirdekleri, yağ üretiminde de kullanılmaktadır.



Şekil 13. Su Kabağı Dolması (URL-10) (a); Süs Kabağı Çorbası (URL-11) (b)

## 2.3. Sanat ve El Sanatları Yapımında Kullanımı

Süs kabakları, sanatçılar ve el sanatları meraklıları tarafından işlenip oyulabilmektedir. Oyulmuş süs kabakları, genellikle heykel, masa süsü veya kişisel dekoratif ürünler olarak kullanılmaktadır (Şekil 14). Bazı süs kabakları, yüzeyleri düzgün olduğu için üzerine çeşitli desenler boyanarak dekoratif ürünler haline getirilebilmektedir (Upham, 2020)

(Şekil 14 c, d). *Lagenaria siceraria* 'Bottle Gourd', uzun ve ince boyunlu, şişe şeklinde bir meyveye sahiptir. Genellikle yeşil, beyaz veya hafif sarımsı tonlarda olabilir. *Lagenaria siceraria*, geleneksel müzik aletleri (Şekil 15a), dekoratif süslemeler ve kurutulmuş şekliyle el sanatlarında kullanılır (Ellis ve McGrath 2017) (Şekil 14).



**Şekil 14.** Süs Kabakları İle Hazırlanmış Masa Süsü (a) ve Ev Dekorasyon Örneği (b) (Watson, 2023); Süs Kabaklarının Yüzeyine Çeşitli Desenler Boyanarak Dekoratif Ürünlere Dönüştürme (c, d) (URL-12)

## 2.4. Tarımsal Üretimde Kullanımı

### 2.4.1. Tohum üretimi

Süs kabaklarının tohumları, yeni bitkiler yetiştirmek amacıyla kullanılabilir. Çiftçiler ve bahçeciler, çeşitli süs kabaklarını tohumdan yetiştirip, dekoratif amaçlarla pazarlamaktadırlar.

### 2.4.2. Anaç olarak kullanımı

Su kabağı toprak kökenli hastalıklara karşı karpuz bitkisine anaç olarak kullanılmaktadır (Ashita, 1927; Oda, 1995; Yetişir, 2001).

### 2.4.3. Kompost ve gübre

Süs kabaklarının atıkları, organik gübre veya kompost olarak kullanılabilir.

## 2.5. Tıbbi ve Geleneksel Kullanımı

Bazı kültürlerde, süs kabaklarının çeşitli kısımları (kabuk, çekirdek vb.) geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Örneğin, kabak çekirdekleri bazı bölgelerde parazitleri uzaklaştırmak için kullanılabilir. *C. pepo*'nun yenilebilir meyveleri ve tohumları, halk hekimliğinde kullanılmasının uzun bir geçmişi vardır ve bağırsak parazitleri ve diğer gastrointestinal sorunların tedavisinde kullanılmaktadır (Younis ve ark., 2000; Salehi ve ark., 2019; Ebert ve ark., 2023). Ayrıca, kabak tohumları, zengin protein içeriği ve sağlıklı yağlar nedeniyle, bazı sağlık takviyelerinde, diyet reçetelerinde yer alabilmektedir.

## 2.6. Hayvan Yemi Olarak Kullanımı

Bazı süs kabakları, özellikle gıda olarak tüketilmeyen türler, çekirdek ve etli kısımları hayvanlar için yem amaçlı kullanılmaktadır.

## 2.7. Doğal Çeşitlilik ve Peyzaj Düzenlemesinde Kullanımı

Süs kabakları, bazı peyzaj düzenlemelerinde doğal bir dekorasyon ögesi olarak kullanılabilir (Şekil 15 b-f). Ayrıca bazı türler, yer örtücü bitki olarak da peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilir. Hem kuşlara ev hem de peyzaj düzenlemelerinde doğanın doğal bir parçası izlenimi oluşturmada kullanılabilirler. Örneğin; bir şişe kabağının üst kısmına küçük bir delik açarak asma ipi yerleştirilir, yan tarafına bir kuşun sığabileceği büyüklükte bir delik açılır, bir ağaca asılır ve bir grup kuş için yuva olabilir.



**Şekil 15.** Sitar Çalgısı Yapımında Kullanılan Süs Kabağı (a) (URL-13); Süs Kabakları İle Hazırlanan Sonbahar Saksısı Ve Dış Mekan Dekorasyon Örnekleri (b-f) (URL-14)

## 2.8. Eğitim ve Bilimsel Araştırmalarda Kullanımı

Süs kabakları, bitki bilimi ve tarım alanında yapılan araştırmalarda sıklıkla incelenmektedir. Farklı süs kabakları türleri, bitki çeşitliliği ve adaptasyon süreçlerini ortaya çıkarmada incelenmektedirler. Ek olarak, süs kabakları okullarda eğitim aracı olarak kullanılabilir. Okul derslerinde çocuklar için eğitici materyaller olarak kullanılacakları gibi, doğal döngüler, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem konuları hakkında öğrencilere öğrenme fırsatları sunabilmektedir. *Cucurbita pepo* ‘Jack Be Little’, küçük ve yuvarlak, parlak turuncu renkteki meyveleriyle bilinir. Bu minik kabaklar, özellikle çocuklar için eğlenceli süslemeler sunar. Küçük masa süslemeleri, öğretici aktiviteler, eğlenceli dekorasyonlar ve el sanatlarının yapımında kullanılabilir (Robinson ve Decker-Walters 1997).

## 3. SÜS KABAKLARININ YETİŞTİRİCİLİĞİ

Cucurbitaceae familyasına ait bitki türleri tropik ve subtropikal kökenlidirler. Başarılı bir yetiştiricilik için doğru iklim koşullarının sağlanması gerekmektedir. Süs kabaklarının yetiştirilmesinde uygun sıcaklık 20-30°C aralığıdır. Uygun dikim tarihinin belirlenmesinde çeşitlerin dikimden olgunlaşma zamanlarına kadar geçmesi gereken süre, sonbahar don tarihi ve pazarlama dönemi önemli faktörlerdendir. Tohumun ekimi veya tarlaya bitkilerin dikiminde bu faktörlere özellikle dikkat edilmelidir (Bratsch, 2009).

### 3.1. Ekim Zamanı

Uygun tohum ekim zamanı, toprağın yeterince ısındığı ve don tehlikesinin geçtiği zamandır. Süs kabaklarının içinde bulunduğu *Cucurbita* türleriyle Lagenarialar karşılaştırıldığında, Lagenarialar

soğuğa daha duyarlıdırlar. Ekimden önce toprak sıcaklığı en az 18 °C olmalıdır (Bratsch, 2009). Süs kabağı tohumlarının ekim zamanının belirlenmesinde, bitkinin dikimi ile meyve olgunlaşması için gereken süreye bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, dikimden sonra 90 ile 95 gün süre sonunda olgunlaşan süs kabakları, Haziran başı ile ortaları arasında tohumları ekilmeli; 100 ile 115 gün sonunda olgunlaşan süs kabağı tohumları, Mayıs sonu ile Haziran başı arasında ekilmelidir. Bazı süs kabağı türlerinin olgunlaşma süreleri 130 güne kadar sürebilmektedir. Mahsulün dondan önce olgunlaşmasını sağlamak için ekimin doğru zamanda yapılması son derece önem arz etmektedir (Bratsch, 2009). Olgunlaşma sürelerinin türe uygun olması, zamanında kabak hasatının yapılması ürünün hasat sonrasındaki dayanımı açısından önemlidir. Ayrıca, süs kabaklarının sonbahar süslemelerinde kullanılabilmesi ve bu dönem içerisinde üretici için yoğun olan pazarlama aşamasını yakalayabilmeleri doğru zamanda tohum ekimi ile mümkün olabilmektedir.

### **3.2. Ekim ve Ekim Aralığı**

Süs kabaklarının tohumları genellikle, doğrudan toprağa ekilmektedir. Tohum ekim derinlikleri süs kabağı türünün tohum büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Uygun ekim derinliği tohum büyüklüğünün 2-3 katı kadar (2-2.5 cm derinliğe) olmalıdır. Tohum ekim dönemi genel olarak toprağın ısındığı ilkbahar aylarında yapılmaktadır. Doğrudan ekim için dekara yaklaşık 2-3 kg tohum gerekmektedir. Tohumlar, yaklaşık 24°C ile 27°C sıcaklıkta 5 - 7 gün içinde çimlenmektedirler (Sears ve ark., 2007). Kabak fidelerinin tohum ekiminden uygun dikim aşamasına gelmesi için gereken süre yaklaşık dört haftadır. Ancak, üreticinin amacı pazara çok erken ürün çıkartmak değilse, genel olarak fide ile değil doğrudan tohum ekimi ile üretime başlanmaktadır (Ebert ve ark., 2023).



Tohumlar elle ekilebildiği gibi, mekanik mibzerle de ekilebilmektedir. Homojen bir çıkış sağlamak amacıyla genellikle bir dikim çukuruna birden fazla tohum (iki ile dört) bırakılmaktadır. Bu bağlamda, alan verimliliğine ve kullanılan sıra aralıklarına bağlı olarak çimlenen fidecikler seyreltilmelidir. Tohumların sıra üzeri ekim mesafesi 7.5-10 cm olarak ayarlanmalıdır. Minik türler için 30-38 cm arayla, standart ve büyük türler için ise 46-61 cm arayla seyreltme yapılmalıdır. Minik türler için yaklaşık 106 cm, standart türler için 122-152 cm sıra arası mesafeler bırakılmalıdır (Sears ve ark., 2007; Ebert ve ark., 2023). *Cucurbita pepo* bitkileri, 3-4.5 m uzunluğunda kollar oluşturmakta; *Lagenaria* türleri, 6-9 m uzunluğunda kollar oluşturmaktadır ve sıralar arasında 1.2-1.8 m mesafe bırakılmalıdır. İki ay içinde tüm alan kollarla dolabilmektedir (Sears ve ark., 2007).

### 3.3. Bakım İşlemleri

#### 3.3.1. Toprak koşulları ve gübreleme

Süs kabakları, iyi drene olmuş, hafif asidik toprakları tercih etmektedirler. Toprağın pH değeri 6.0-6.8 aralığında olmalıdır. Toprak, organik madde açısından zengin olmalı ve düzenli olarak gübrenmelidir. Kompost veya organik gübreler, süs kabağı bitkilerinin sağlıklı büyümesi için faydalıdır. Ayrıca, azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübreler ekim öncesi, ekimle birlikte ve ayrıca bitkilerin çiçeklenme ve meyve bağlama dönemlerinde uygulanmalıdır. Yaz sonuna doğru besin takviyesi azaltılmalıdır.

#### 3.3.2. Sulama

Süs kabakları bol su koşullarında yetişmektedirler. Süs kabaklarının, büyüme döneminde düzenli sulamaya ihtiyaçları vardır. Özellikle sıcak

hava koşullarında su ihtiyaçları artmaktadır. Bununla birlikte, yeterli su, bitkinin hızlı büyümesini, meyve gelişimini ve sağlıklı yaprak oluşumunu desteklemektedir. Toprak nem durumu dengede tutulmalıdır. Süs kabakları, aşırı sulama nedeniyle kök çürümesine veya su stresine bağlı olarak yaprak dökümü gibi sorunlarla karşılaşabilmektedir (Moore ve Brackett, 1994). Bu nedenle sulama miktarı yağış miktarına göre ayarlanmalıdır. Sulama sabah serin saatlerde yapılmalıdır. En uygun sulama yöntemi damla sulama yöntemidir (Yavuz ve ark., 2015). Olgunlaşmayı hızlandırmak için sezon sonunda su kesilmelidir (Bratsch, 2009).

### 3.3.3. Desteğe alma

Süs kabaklarının yetiştiriciliğinde, özellikle meyve büyüdükçe bitkilerin daha sağlam bir şekilde gelişmesi için desteğe alma önemli bir uygulamadır. Her iki cinse ait süs kabakları hızlı büyüme özelliğindedir ve geniş bir alana yayılmaya ihtiyaç duymaktadırlar. Süs kabakları genellikle sarkıcı (trailing) bitkilerdir, ancak bu bitkiler destek alarak yukarıya doğru sarılabilmektedirler. Bu özellikleri ile tel veya jüt ipleri kullanarak bitkiler yukarıya doğru yönlendirebilmektedir. Bu sayede, daha düzgün meyvelerin oluşması sağlanmakta ve meyvelerin olgunlaşmadan önce çürüme olasılığı azaltılmış olmaktadır. Şişe ve kepçe türleri için kafes sistemi, meyvenin asılmasına olanak tanıyarak düz bir boyun elde edilmesini sağlar. Yerde büyümesine izin verilirse meyve çeşitli yönlere doğru kıvrılır (Bratsch, 2009). Çok büyük kabakların ağırlığını bitki taşıyamayacağı için kafesleme yöntemi ile yetiştirilmesi gerekmektedir (Sears et al., 2007). Türün meyve büyüklüğüne bağlı olarak yatay ağlar, tel çitler veya bambu gibi destek çubuklarından da yararlanılabilir. Bitki büyümeye başladığında, ilk sürgünler toprağa ulaşmadan önce desteği sağlamak gerekmektedir. Böylece, bitkilerin büyüme yönü yönlendirilebilir ve

sağlıklı bir şekilde gelişmeleri sağlanabilir. Ayrıca, destek sağlama hasat ve hasat işlemlerini de kolaylaştırmaktadır.

### **3.3.4. Yabancı ot kontrolü**

Yabancı otlar, süs kabağı gibi ana bitkilerle besin, su ve ışık gibi kaynaklar için rekabete girebilmektedir. Yabancı otlar, süs kabağı bitkilerinin düzgün büyümesi için gerekli alanı daraltarak bitkilerin düzgün bir şekilde yayılmalarını engelleyebilmektedir. Bu nedenle süs kabağı yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolü, bitkilerin sağlıklı gelişmesi, verimliliğin artırılması ve hastalıkların önlenmesi açısından yapılması gereken bakım işlemlerinden biridir. Doğru zamanlama ve uygun yöntemlerle etkin bir yabancı ot kontrolü sağlanmalıdır. Malçlama, elle mücadele, uygun herbisit kullanımı ve sık dikim gibi yöntemler, süs kabağı yetiştirilmesinde yabancı ot kontrolünü sağlamada kullanılabilir (Mondal ve ark., 2020).

### **3.3.5. Süs kabaklarında hastalıklar ve zararlılar**

Süs kabağı yetiştiriciliğinde, diğer kabak türlerinde görülen çeşitli hastalık ve zararlılarla mücadele etmek gerekebilmektedir. Süs kabağı yetiştiriciliğinde karşılaşılabilen önemli yaprak ve meyve mantar hastalıkları arasında antraknoz, tüylü küf, külleme, plectosporium yanıklığı, alternaria ve toprak kaynaklı fitoftora ve fusarium kök ve meyve çürüklüğü bulunmaktadır. Özellikle kök çürüklüğü ve küf hastalıkları, süs kabaklarının yetiştiriciliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu hastalıklar, aşırı sulama ve yetiştirme ortamının kötü drenaj koşullarından, ürün rotasyonunun uygulanmamasından kaynaklanmaktadır. Bakteriyel yaprak lekesi ve bakteriyel solgunluk türün/çeşidin direncine ve ortam koşullarına bağlı olarak sorun oluşturabilmektedir (Punja ve Walters 2010). Süs kabaklarını

etkileyebilecek zararlılar arasında çizgili ve benekli hıyar böcekleri, kabak böceği, kabak asma kurdu, yaprak bitleri, örümcek akarı ve beyazsinekler yer almaktadır. Bu zararlılar, yaprakları yiyerek bitkilerin büyümesini engellemektedir. Bu zararlılar, Lagenaria türlerinde Cucurbita türlerine göre daha fazla zarar oluşturmaktadır. Hastalık ve zararlılar ile kimyasal mücadele için kabakgiller için önerilen kimyasal ilaçlar kullanılabilir. Kabak mozaik virüsü gibi virüsler, süs kabaklarında deformasyona neden olabilmektedir (Hsu ve Lee, 1996). Virüs (Cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV)) kontrolü için birincil yöntem yaprak biti yönetiminin kontrol altına alınması ile mümkün olabilir (Brown ve Hennessey, 1998). Bitkide hastalık, zararlı ve virüs zararlarını azaltmak için mümkünse dayanıklı çeşitlerin seçilmesi ve bitki sağlığını güvence altına alan kültürel uygulamaların uygulanması önemlidir (Bratsch, 2009).

### **3.4. Hasat ve Depolama**

Süs kabaklarının hasat zamanı, türüne göre değişmektedir. Genellikle, 60-120 gün arasında olgunlaşan meyveler, kabukları sertleştiğinde ve rengi değiştiğinde hasat edilmektedir. Tam renk gelişimi, sap ve dış kabuğun kuruyup sertleşmesi hasat kriterleridir. Meyveler, bıçak veya makas ile dikkatlice 2.5-5 cm meyve sapı kalacak şekilde kesilmelidir. Hasat edilen kabaklar, hassas bir şekilde taşınmalı ve darbelerden korunmalıdır. Hasat edilen kabaklar, serin ve kuru bir ortamda kurutulmalı, daha sonra dekoratif amaçla kullanılmak üzere muhafaza edilmelidir. Kurutma işlemi, meyvelerin uzun süre dayanmasını sağlamaktadır.

Kabaklar raflara, büyük kutulara veya sepetlere yerleştirilir ve genellikle üretim alanlarında havalandırılmalı veya genel depolarda tutulmaktadır. Kabakların depolanması için önerilen koşullar 10 ile 13 °C sıcaklık aralığındadır (McColloch, 1962). Genel olarak

kabakların çeşide bağlı olarak, soğuk hasar belirtileri 5 °C sıcaklıkta 1 ay sonra veya 10 °C sıcaklıkta birkaç ay sonra gelişebilmektedir (Cantwell ve Suslow, 1998). 15 ile 20 °C gibi daha yüksek sıcaklıklarda, yeşil çeşitler istenmeyen şekilde sararıp etleri lifli hale gelebilmektedir. Depoda nem oranı %50 ile %70 arasında olmalıdır. Daha yüksek nem oranları çürümeyi teşvik ederken, daha düşük nem oranları fazla ağırlık kaybı ve doku bozulmasına yol açmaktadır (Ryall ve Lipton, 1979). Meyve yüzeyi kuru tutulmalı ve depolama odalarında iyi bir hava sirkülasyonu sağlanmalıdır (Holmes, 1951). Depolama süreleri cinse, türe, kultivara göre değişiklik göstermektedir. Turban ve Buttercup kabakları 3 ay saklanabilirken; iyi kalite Hubbard kabağı 10 ile 13 °C ve %70 nem oranında 6 ay saklanabilmektedir (Guba, 1950). Buttercup kabağı için 1% O<sub>2</sub> + 7% CO<sub>2</sub>'lik bir kontrollü atmosfer koşulları önerilmiştir (Prange ve Harrison, 1993).

### 3.5. Taşıma

Hasat edilmiş kabaklar zedelenmeden, çizilmeden taşınmalıdır. Hasat edilen meyveler yumuşak bir fırça kullanılarak ılık sabunlu suda yıkanarak hafif basınçlı durulama yapılabilir. Durulamanın ardından %1-2 çamaşır suyu çözeltilisine daldırılarak meyve yüzeyindeki yaralanmalardan mantar ve bakterilerin girişleri azaltılabilmektedir. Temizlenmiş süs kabakları iyi havalandırılan, kısmen güneşli bir alanda bir tül veya gazete üzerine serilir ve düzenli olarak döndürülerek yüzey kuruması sağlanır. İç kurutma işlemi için 27 °C sıcaklıkta, az ışıklı, kuru bir yer gerekmektedir. İyi yerleştirilmiş bir fan sistemi ile birlikte ısıtma uygulaması yapılabilir. Cucurbita süs kabaklarının kurutulması için 2-4 hafta gerekirken; Lagenaria türlerinin tamamen kuruması üç aya kadar sürebilmektedir. Kurutma işleminden sonra bazı süs kabakları, ömürlerini uzatmak ve görünümelerini iyileştirmek için mumlama, cilalama (vernikleme) veya boyama işlemlerine

alınmaktadır. Su kabakları zımparalanarak pürüzsüz hale getirilebilir ve boyanabilir; bu da kuş evi gibi dış mekanlarda kullanılan *Lagenaria* türlerinin ömrünü büyük ölçüde uzatabilir.

### **3.6. Tohum ve Muhafazası**

Tohumlar çıkarılmadan önce meyveler tamamen olgunlaşmış olmalıdır. Tohumlar meyve etinden ayrılır ve kuruyana kadar ince bir tabaka halinde bir bez veya gazete üzerine serilir. Tohumu serin ve kuru bir yerde saklanmalıdır. Optimum koşullar altında tohumlar 3-5 yıl canlılıklarını koruyabilmektedirler.

## **4. SONUÇ**

Süs kabakları, farklı boyut, şekil, renk ve sertlikte olmaları ile zengin bir çeşitliliğe sahiptirler. Bu çeşitlilik süs bitkilerinin kullanım alanını genişletmektedir. Süs kabaklarının en bilinen cinsleri *Cucurbita* ve *Lagenaria* cinsleridir. Bu cinslere ait süs kabağı türleri bu derleme çalışmasında sunulmuştur.

Süs kabakları, estetik açıdan ev dekorasyonunda ve özel günlerde, özellikle Halloween gibi kültürel geleneklerde önemli bir yer tutmaktadırlar. Bunun yanı sıra, bazı türleri yemeklik olarak kullanılarak insan beslenmesine katkı sağlayabilmekte, çekirdekleri sağlıklı atıştırmalıklar veya yağ üretiminde değerlendirilebilmektedir. Sanat ve el sanatları meraklıları, süs kabaklarını çeşitli şekillerde işleyerek dekoratif ürünler üretirken, bitki ıslah programlarında yeni bitki çeşitleri elde edilmesinde, karpuz için anaç olarak kullanılması gibi tarımsal amaçlarla yetiştirilmektedirler. Ayrıca, geleneksel tıpta sağlık faydaları da bulunan süs kabakları, hayvan yemi ve peyzaj düzenlemelerinde de işlevsel olarak yer almaktadırlar. Süs kabakları yalnızca görsel bir öğe olmanın ötesinde, pek çok alanda hem pratik

hem de kültürel değeri olan önemli bir bitkidir. Bu kapsamda bu çalışmada, süs kabaklarının kullanım alanları detaylı olarak araştırılarak açıklanmış ve fotoğraflar ile zenginleştirilmiştir. Süs kabaklarının farklı cins ve türlerde yer alması yetiştiricilik bilgilerinin tek tek açıklanmasını zorlaştırmaktadır. Ancak, genel benzerlikleri, ortak koşulları ele alınarak çalışmamızda ayrı alt başlıklar halinde sunulmuştur. Özetle, süs kabaklarının yetiştiriciliği, çevresel koşullara dikkat edilerek yapılan hassas bir süreçtir ve doğru ekim, bakım, hasat ve depolama teknikleriyle başarılı bir üretim sağlanabilir. Süs kabağı, uygun iklim ve toprak koşullarında kolayca yetiştirilebilen, düşük maliyetle yüksek verim sağlama potansiyeli sunabilen tarımsal ürünlerdendir. Ayrıca, süs kabakları farklı toprak ve iklim koşullarına uyum sağlayabilme özellikleri nedeniyle farklı bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Süs kabakları, el sanatları için popüler bir malzeme haline gelmiştir. Boyama, cilalama veya şekillendirme gibi işlemlerle sanatsal objelere dönüştürülebilen süs kabakları, el işçiliği ürünleri üreten sanatçılar ve zanaatkarlar için değerli bir kaynak sunmaktadır. Bununla birlikte, süs kabakları hem doğrudan pazara hem de ticari toplu satış noktalarına uygundurlar. Doğrudan pazarlarda genellikle parça bazında, bazen de ağırlık olarak satılmaktadırlar. Ayrıca, kimyasal işleme veya sentetik malzeme kullanımı gerektirmeyen doğal süs eşyaları, çevre bilinci yüksek tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Bu da, süs kabaklarının organik ve çevre dostu ürünler olarak talep görmelerine yardımcı olmaktadır. Gıda olarak kullanılabilen bazı süs kabakları, besin değeri sunmakta ve bu da ürünün daha geniş bir pazara hitap etmesini sağlamaktadır.

Sonuç olarak, geniş kullanım alanına sahip süs kabakları hem ticari hem de ekolojik açıdan sürdürülebilir bir üretim alanı oluşturabilmektedir. Ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde yetişebilen süs kabaklarının ticari olarak üretimi, özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde

yapılmaktadır. Üretim miktarını ve yetiştiriciliğinin yapıldığı bölge sayısının genişletilmesi için üreticilere, süs kabaklarının sadece dekorasyon amaçlı değil, aynı zamanda hediyelik eşya üretimi, organik ürün kullanımı gibi çeşitli alanlarda pazar bulabileceği aktarılmalıdır. Bu ürünün ticari üretiminin artırılması, eğitim, pazar araştırmaları, devlet teşvikleri ve değer katma stratejileri gibi bir dizi önlem ile gerçekleştirilebilir. Bu derleme ile Türkiye'de potansiyeli yüksek olan bir tarım ürünü olan süs kabaklarının kullanım alanlarına ve yetiştiriciliği konularında farkındalık yaratılabilir. Ek olarak, çalışmamızın süs kabağı üretiminin sürdürülebilir ve kazançlı bir sektör haline getirilmesinde katkı sunabileceği ön görülmektedir.



## KAYNAKÇA

- Ashita, E. (1927). Grafting of watermelons (in Japanese). Korea (Chosun) Agr. Uwsl., 1, 9.
- Blanca, J., Esteras, C., Ziarsolo, P., Pérez, D., Fernández-Pedrosa, V., Collado, C., ... & Picó, B. (2012). Transcriptome sequencing for SNP discovery across *Cucumis melo*. BMC genomics, 13, 1-18.
- Bratsch, T. (2009). Specialty crop profile: Ornamental gourds. Virginia Cooperative Extension. Publication 438-101.
- Brdar-Jokanović, M., Ljevnaić-Mašić, B., López, M. D., Schoebitz, M., Martorell, M., & Sharifi-Rad, J. (2024). A comprehensive review on *Lagenaria siceraria*: botanical, medicinal, and agricultural frontiers. Nutrire, 49(1), 24.
- Brown, J. K., & Hennessey, M. K. (1998). The spread of Cucurbit aphid-borne yellows virus in cucurbit crops. Journal of Virology.
- Cantwell, M., & Suslow, T.V. (1998). Pumpkins and winter squashes. Recommendations for maintaining postharvest quality. Perishables Handling Quarterly 94:15-16.
- Castetter, E.F. (1925). Horticultural groups of cucurbits. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 22: 338–340.
- Chomicki, G., Schaefer, H., & Renner, S.S. (2020). Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: Insights from phylogenies, genomics and archaeology. New Phytologist, 226: 1240–1255.
- Decker, D.S. (1988). Origin(s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). Economic Botany. 42 (1): 4-15.
- Decker-Walters, D. S., Staub, J. E., Chung, S. M., Nakata, E., & Quemada, H. D. (2002). Diversity in free-living populations of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) as assessed by random amplified polymorphic DNA. Systematic botany, 27(1), 19-28.
- Decker-Walters, D., Staub, J.E., Chung, S.M., & Nakata, E. (2001). Diversity in landraces and cultivars of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*, Cucurbitaceae) as assessed by random amplified polymorphic DNA. Genet Resour Crop Evol 48:369–380.

- Decker-Walters, D.S., & Walters, T.W. (2000). Squash. In: Kiple, K.F., Ornelas, K.C. (eds.). The Cambridge world history of food. Cambridge, UK: Cambridge University Press. pp. 335–351.
- Decker-Walters, D.S., Walters, T. W., Cowan, C. W., & Smith, B. D. (1993). Isozymic chacterization of wild populations of *Cucurbita pepo*. Journal of Ethnobiology, Vol. 13, No. 1, pp. 55-72, Summer, available at: <https://ethnobiology.org/sites/default/files/JoE/13-1/Decker-Walters.et.al.pdf>.
- Ebert, A. W., Drummond, E. B. M., Giovannini P., & van Zonneveld, M. (2023). A global conservation strategy for crops in the Cucurbitaceae family. Global Crop Diversity Trust. Bonn, Germany. Version 2 (minor corrections). DOI: 10.5281/zenodo.7696528
- Ellis, M. A., & McGrath, M. T. (2017). Cucurbit diseases and their control. The American Phytopathological Society.
- Ferriol, M., & Picó, B. (2008). Pumpkin and winter squash. In: Prohens, J., Nuez, F. (eds.). Vegetables I. Handbook of plant breeding, vol. 1. New York, NY: Springer. pp. 317–349.
- Ferriol, M., Picó, B., & Nuez, F. (2004). Morphological an molecular diversity of a collection of *Cucurbita maxima* landraces. Journal of the American Society for Horticultural Science 129: 60–69.
- Fox, R. T. (1971). The Culture and Use of Ornamental Gourds, Extension Bulletin 1022. [https://s3.amazonaws.com/assets.cce.cornell.edu/attachments/5496/The\\_Culture\\_and\\_Use\\_of\\_Ornamental\\_Gourds.pdf?1420476769](https://s3.amazonaws.com/assets.cce.cornell.edu/attachments/5496/The_Culture_and_Use_of_Ornamental_Gourds.pdf?1420476769) (Erişim tarihi:03.12.2024).
- Guba, E.F. (1950). Spoilage of squash in storage. Mass. Agr. Expt. Sta. Bul. 457, 52 pp.
- Heiser, C. B. (1989). The squash and its relatives: A history of the Cucurbitaceae. University of Oklahoma Press.
- Herklots, G.A.C., (1972). Vegetables in South East Asia, London George Allen and Unwin Ltd.

- Holmes, A.D. (1951). Factors that affect the storage-life of Butternut squashes. *Food Technol.* 5(9):372-373.
- Hsu, H. T., & Lee, P. H. (1996). Cucurbit mosaic virus in cucurbits. *Phytopathology*.
- Hybrid Seed Company New Zealand Ltd. (2023). Ornamental pumpkin selection D. Granta. Hybrid Seed Company New Zealand Ltd., 326c Patumahoe Road, RD 3, Pukekohe 2678, New Zealand.
- Jeffrey, C., (1990). Systematics of the Cucurbitaceae: an overview, In *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*, Bates, D. M. et al., Eds., Ithaca, NY: Comstock Publishing Associates, pp. 3- 7.
- Kates, H.R., Soltis, P.S., & Soltis, D.E. (2017). Evolutionary and domestication history of Cucurbita (pumpkin and squash) species inferred from 44 nuclear loci. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 111: 98–109.
- Kays, S. J. (1999). Crop Profile: Cucurbits. United States Department of Agriculture.
- Kiple, K. F., & Ornelas, K. C. (Eds.). (2000). *The Cambridge world history of food* (Vol. 2). Cambridge University Press.
- McColloch, L.P. (1962). Alternaria rot following chilling of Acorn squashes. USDA Mktg. Res. Rpt. No. 518, 19 pp.
- Mondal, B., Mondal, C. K., Mondal, P., Mondal, B., Mondal, C. K., & Mondal, P. (2020). Weed and its management in Cucurbitaceous vegetables. *Stresses of Cucurbits: Current Status and Management*, 223-237.
- Moore, G. H., & Brackett, R. E. (1994). Irrigation practices for cucurbits in arid regions. *Field Crops Research*.
- Morimoto, Y., Maundu, P., Fujimaki, H., & Morishima, H., (2005). Diversity of landraces of the white-flowered gourd (*Lagenaria siceraria*) and its wild relatives in Kenya: fruit and seed morphology. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52 (6) : 737-747 2005.
- Neitzke, R.S., Büttow, M.V., Heiden, G., Oliveira, C., Fischer, S.Z., & Barbieri, R.L. (2007). Durabilidade pós-colheita de abóboras ornamentais. 11 Congreso Nacional de la Sociedad Uruguaya de Hortifruticultura y 3 Congreso Panamericano Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas. Montevideo, Uruguay, 21-23 May.

- Oda, M. (1995). New Grafting Methods For Fruit-Bearing Vegetables in Japan. *JARQ*, 29: 187-198.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). (2016). Squashes, pumpkins, zucchinis and gourds (*Cucurbita* species). In: Safety assessment of transgenic organisms, vol. 5: OECD consensus documents. pp. 83–149. doi: 10.1787/9789264253018-5-en.
- Origene Seeds Ltd., (2024). Winter Squash, Pumpkins & Gourds Collec, <https://www.origenesseeds.com/products/the-ornamental-collection> (Erişim tarihi: 18.04.2024).
- Paris, H.S. (2008). Summer squash. In: Prohens, J., Nuez, F. (eds.). *Vegetables I. Handbook of plant breeding*, vol 1. New York, NY: Springer. pp. 351–379.
- Paris, H.S., Yonash, N., Portnoy, V., Mozes-Daube, N., Tzuri, G., & Katzir, N. (2003). Assessment of genetic relationships in *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) using DNA markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 106: 971–978.
- Pessarakli, M. (ed). (2016). *Handbook of cucurbits: Growth, cultural practices, and physiology*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Prange, R.K., & Harrison, P.A. (1993). Effect of controlled atmosphere and humidity on postharvest physiology of Buttercup Winter squash, *Cucurbita maxima* Duch. Hybrid 'Sweet Mama.' In: Proc. 6th Int. Contr. Atmos. Res. Conf. Vol. 2. Ithaca NY, June 1993, pp. 759-766.
- Punja, Z. K., & Walters, D. (2010). Management of plant diseases in cucurbits. *Cucurbitaceae research: Advances in agricultural sciences*. Springer.
- Robinson, R. W., & Decker-Walters, D. S. (1997). *Cucurbits*. CABI Publishing.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997). *World vegetables principles, production and nutritive values*, 2nd ed., New York: Chapman & Hall, International Thompson Publishing, 1997.
- Ryall, A.L., & Lipton, W.J. (1979). Handling, transportation, and storage of fruits and vegetables. vol. 1. *Vegetables and melons*. 2nd ed. AVI, Westport, CT.
- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Capanoglu, E., Adrar, N., Catalkaya, G., Shaheen, S., Jaffer, M., Giri, L., Suyal, R., Jugran, A.K., Calina, D., Docea, A.O.,

- Kamiloglu, S., Kregiel, D., Antolak, H., Pawlikowska, E., Sen, S., Acharya, K., Bashiry, M., Selamoglu, Z., Martorell, M., Sharopov, F., Martins, N., Namiesnik, J., & Cho, W.C. (2019). Cucurbita plants: From farm to industry. *Applied Sciences* 9: 3387.
- Schaffer, A.A., & Paris, H.S. (2016). Melons, squashes, and gourds. In: Reference module in food science. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. pp. 1–9. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.03426-0.
- Sears, A. F., Masabni, J., Seebold K., Bessin R., Woods T., Jones T. (2007). ID-119. Ornamental Gourd Production in Kentucky. Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, and Kentucky State University, Frankfort. <https://publications.ca.uky.edu/sites/publications.ca.uky.edu/files/id119.pdf>
- Sekerci, A. D., Karaman, K., Yetisir, H., & Sagdic, O. (2017). Change in morphological properties and fatty acid composition of ornamental pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* var. ovifera) and their classification by chemometric analysis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 1306-1314.
- Smith, B.D. (2006), Eastern North America as an independent center of plant domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, Vol. 103, No. 33, pp. 12 225-12 226, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0604335103>.
- Tindall, H.D., (1983). *Vegetables in the Tropics*. Macmillan International College Edition, Macmillan Press, (1983).
- Tuncer, B. (2013). Callus proliferation and shoot regeneration from different explant types in ornamental gourd (*Cucurbita pepo* var. ovifera). *Yüzüncü Yıl Univ J Agric Sci* 23(2):164–171.
- Upham, W. (2020). Ornamental gourds. Kansas State University, November 2020. [bookstore.ksre.ksu.edu](http://bookstore.ksre.ksu.edu).
- Wang, W. Q., Shi, U., Liu, Y., Xiang, C. G., Sun, T. Z., Zhang, M., ... & Wang, C. L. (2021). Genetic relationships among *Cucurbita pepo* ornamental gourds based on EST-SSR markers.

- Watson, B., C. (2023). Home Decor Ideas: 67 Fall Decorating Ideas For A Beautiful Autumn Season. <https://www.southernliving.com/fall-decorating-ideas-6528459>
- Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N., & Türkmen, Ö. (2015). Effects of irrigation interval and quantity on the yield and quality of confectionary pumpkin grown under field conditions. *Agricultural Water Management*, 159, 2890-298.
- Yetişir, H. (2001). Karpuzda aşılı fide kullanımının bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri ile aş yeri nin histolojik açıdan incelenmesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 179 S.
- Younis, Y.M.H., Ghirmay, S., & Al-Shihry, S.S. (2000). African *Cucurbita pepo* L.: Properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry* 54:71–75.
- URL-1. The culture and use of ornamental gourds. [https://s3.amazonaws.com/assets.cce.cornell.edu/attachments/5496/The\\_Culture\\_and\\_Use\\_of\\_Ornamental\\_Gourds.pdf?1420476769](https://s3.amazonaws.com/assets.cce.cornell.edu/attachments/5496/The_Culture_and_Use_of_Ornamental_Gourds.pdf?1420476769). Accessed 5 Oct 2019.
- URL-2. How to Carve a Pumpkin Like a Pro. <https://www.realsimple.com/holidays-entertaining/holidays/halloween/how-to-carve-a-pumpkin> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-3. Pumpkin Carving Ideas For Halloween. <https://www.curiouswriter.com/385-pumpkin-carving-ideas-for-halloween/> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-4. 5 Decorative Pumpkin Ideas - Pumpkins & Flowers <https://www.euroflorist.pl/en/blog/decorative-pumpkin-ideas> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-5. Pumpkin Patch Arrangement. <https://www.etsy.com/listing/1814795923/pumpkin-patch-arrangement> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-6. Thanksgiving Decor. <https://www.etsy.com/listing/1270080931/harvest-pumpkin-arrangement> (Erişim tarihi: 28.11.2024)

- URL-7. Su kabağından dekoratif eserler. <https://www.guncelkadin.com.tr/su-kabagindan-dekoratif-eserler/> (Erişim tarihi: 04.08.2022)
- URL-8. Andrea Sadloňová. <https://ca.pinterest.com/pin/2462974784062878/> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-9. Halloween Deko basteln: 29 Ideen mit Anleitung für draußen und drinnen <https://tr.pinterest.com/pin/799740846324606638/> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-10. Kış kabağı dolması tarifi: Mardin usulü su kabağı dolması nasıl yapılır? <https://www.milliyet.com.tr/pembenar/galeri/kis-kabagi-dolmasi-tarifi-mardin-usulu-su-kabagi-dolmasi-nasil-yapilir-6878930/3> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-11. Süs kabağı yenir mi? <https://www.lezzet.com.tr/lezzetten-haberler/sus-kabagi-yenir-mi> (Erişim tarihi: 28.11.2024)
- URL-12. Fall Decorating Ideas. <https://designertrapped.com/stylish-fall-decorating-ideas/> (Erişim tarihi: 27.11.2024)
- URL-13. Bottle Gourd. A multi purpose utensil 10.000 old!; [https://www.valentine.gr/lagenaria\\_en.php](https://www.valentine.gr/lagenaria_en.php) (Erişim tarihi: 27.11.2024)
- URL-14. Sonbahar dekorasyonlar. <https://www.apieceofrainbow.com/fall-planters-fall-decorations/> (b-f) (Erişim tarihi: 27.11.2024)

## BÖLÜM 5

### ÜLKEMİZ SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİ İÇİN ALTERNATİF BİR TÜR, DİKENLİ KAVUN (*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex. Naudin)

Ziraat Müh. Suzan DEMİR<sup>1</sup>  
Yük. Müh. Kübra ÖZMEN<sup>2</sup>  
Prof. Dr. Kazım MAVİ<sup>3\*</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544268>

---

<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Hatay, Türkiye. suzaan.demir@gmail.com, Orcid ID: 0009-0001-0158-8382

<sup>2</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Hatay, Türkiye. kbraaozmen@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-8554-7918

<sup>3</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Hatay, Türkiye. kazimmavi@mku.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-0195-8539

\*Sorumlu yazar





## GİRİŞ

*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex Naudin, *Cucurbitaceae* familyasına ait tek yıllık tırmanıcı bir bitkidir. *Cucurbitaceae* familyası, çoğunlukla tropik ve subtropikal ülkelerde kozmopolit olan yaklaşık 120 cins ve 735 türden oluşur. Bu türlerin birçoğunda önemli düzeyde yetiştiricilik yapılmakta olup ekonomik açıdan da yüksek gelir kaynağı olarak görülmektedir (Usman ve ark., 2015). *Cucumis* cins adı, Eski Mısır'da yetiştirilmeye başlanan hıyarın Latince isminden gelmektedir. *Cucumis*, Afrika, Asya, Avustralya ve Pasifik'teki bazı adalara özgü 32'den fazla türden oluşan bir cinstir. Ayrıca *C. sativus*, *C. melo*, *C. anguria* ve *C. metuliferus* zamanla yetiştiricilikte önemli bir paya sahip olmalarının yanında *C. anguria* ve *C. metuliferus* kendi anavatanlarının (Afrika) dışında yetiştirilen türler haline gelmiştir (Burkill, 1985).

*Cucumis metuliferus* E. Mey. ex Naudin'in tür adında bulunan metuliferus, meyvenin üzerindeki keskin dikenleri ifade etmektedir; Latince küçük piramit anlamına gelen metula ve taşıma anlamına gelen ferus kelimesinden oluşmaktadır.

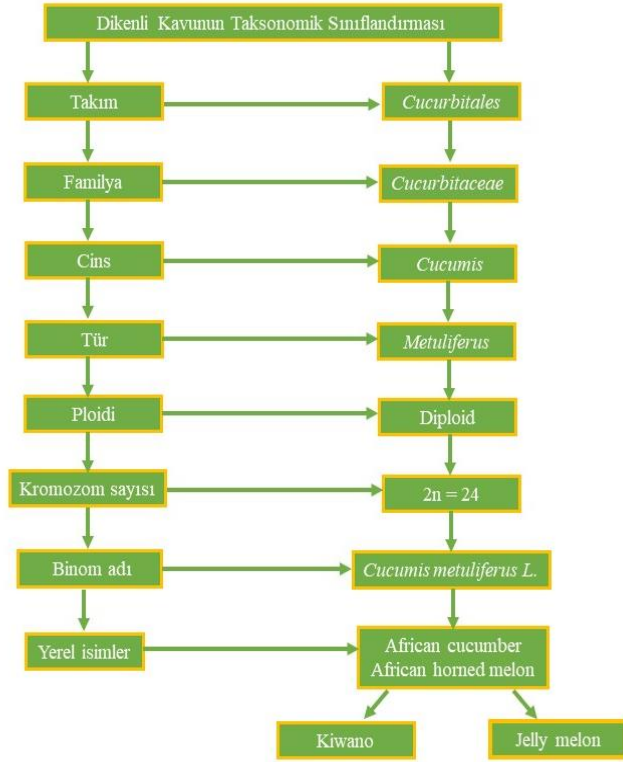
Dikenli kavun (*C. metuliferus*), Afrika hıyarı, Afrika boynuzlu hıyar, Afrika boynuzlu kavun, acı yabancı hıyar, boynuzlu hıyar, boynuzlu kavun, jöleli kavun, dikenli hıyar veya balon balığı meyvesi olarak da bilinmektedir.

### 1. ANAVATANI ve SINIFLANDIRILMASI

Dikenli kavun Afrika, Senegal, Somali, Yemen ve Güney Afrika'ya kadar uzanan geniş bir yetiştiricilik alanına sahiptir. Afrika'nın

subtropikal Sahra altı bölgelerinde doğal olarak yetişmektedir. Günümüzde ise dikenli kavun yetiştiriciliği yapan ülkeler, Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'ya ihracat yapan Yeni Zelanda, Avustralya ve Afrika olarak bilinmektedir. Dikenli kavun hızlı büyümesi ve uzun raf ömrü (soğuk depolama olmadan 6 ay) gibi ticari avantajları ile öne çıkmaktadır. İhracatı Şili, Arjantin, Venezuela, İspanya, Portekiz, Almanya, İtalya, İsrail ve Kaliforniya'ya kadar farklı bölgelere yapılabilmektedir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da dikenli kavun şu anda lüks bir meyve olarak ticarileştirilmektedir (Vieira ve ark., 2020).

Dikenli kavunun familya içerisindeki taksonomik sınıflandırması ise Şekil 1'de sunulmuştur. Dikenli kavun türü  $2n = 24$  kromozoma sahiptir. Kromozom sayısı itibari ile *C. sativus* ve *C. hardwickii* gibi  $2n = 14$  kromozoma sahip türlerden ayrılmakta, *C. melo* türü ile benzerlik göstermektedir. *Cucurbitaceae* familyasının hastalıklara dayanıklılık ihtiva eden önemli türlerinden biridir. Bu özellikleri ile kabakgil bitkilerinin ıslahında kullanılabilecek önemli bir gen kaynağı olarak görülmektedir.



Şekil 1. Dikenli Kavun Taksonomik Sınıflandırılması

## 2. BESLENME ve SAĞLIK AÇISINDAN ÖNEMİ

Taze 100 g dikenli kavun meyvesinin (*Cucumis metuliferus*) besin içeriği Tablo 1'de verilmiştir. *C. metuliferus*'un acı meyveli olanlarının, ürisemi, aspartat aminotransferaz enzimleri, alanin, aminotransferaz, alkalin fosfat ve toplam proteinlerde artışa neden olarak karaciğer ve böbrekler üzerinde olumsuz etki gösteren *cucurbitans triterpenik* maddelerinin varlığı nedeniyle sık tüketim sonucunda toksisite yaratabileceği göz ardı edilmemelidir. Öte yandan tatlı çeşitleri sindirim kolaylığı göz önünde bulundurulduğunda meyvenin tamamının tüketilmesi yetersiz beslenmeyle ortaya çıkan vitamin

kayıplarını dengelemede önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedir.

**Tablo 1:** 100 G Dikenli Kavun Meyvesinin Besin İçeriği (Usman ve ark., 2015).

Bileşimi	Gıda Değeri	Bileşimi	Gıda Değeri
Karbonhidratlar	7.56 g	Folat (B9 vitamini)	3 µg (%1)
Yağ	1.26 g	C Vitamini	5.30 mg (%6)
Protein	1.78 g	Kalsiyum	13 mg (%1)
Su	88.97 g	Demir	1.13 mg (%9)
β- karoten	88 µg (%1)	Magnezyum	40 mg (%11)
Tiamin (B1 vitamini)	0.03 mg (%2)	Manganez	0.04 mg (%2)
Riboflavin (B2 vitamini)	0.02 mg (%1)	Fosfor	37 mg (%5)
Niasin (B3 vitamini)	0.57 mg (%4)	Potasyum	123 mg (%3)
Pantotenik asit (B5 vitamini)	0.18 mg (%4)	Sodyum	2 mg (%0)
B6 Vitamini	0.06 mg (%5)	Çinko	0.48 mg (%5)

Ayrıca ilaç endüstrilerine preparatlar için aktif fitokimyasallar sağlayabileceği ifade edilmiştir (Ferrara, 2018). Zengin içeriğinden yararlanabilmek için dikenli kavun genellikle taze veya pişmiş olarak kullanılabilir.

Dikenli kavun meyvesinin tadı salatalık ve olgunlaşmamış (yeşil) muz karışımı olarak bilinmektedir. Dikenli kavun genellikle diğer sebzelerle birlikte kavrulduktan veya kaynatıldıktan sonra bütün olarak yenilebilmektedir. Kabuğu yenilebilir olmasına rağmen Avrupa ve Amerika'da genellikle kabuğu olmadan tüketimi tercih edilmektedir. Dilimlenerek açıldıktan sonra, olduğu gibi tüketilebilmesinin yanı sıra meyve salatalarına, süt ürünlerine, içeceklere de eklenebilmektedir.

Geçtiğimiz yıllarda dikenli kavunun tat açısından geliştirilebilir olduğu, yapılan çalışmalar ile meyvede acılığın azalabildiği buna karşılık tatlılık ve genel lezzetin arttırıldığı belirlenmiştir (Council, 2008).

Genel olarak dikenli kavun, besleyicidir ve besin içeriği açısından önemli bir sebze olarak görülmektedir. Bazı insanların dikenli kavun meyvesinin tamamını tükettiği göz önüne alındığında, yenilebilir ve yenmeyen her bir kısmın, posası, kabuğu ve tohumunun gıda değeri açısından insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Dikenli kavunun gıda değerindeki değişimlerin meyvenin olgunluk derecesinden etkilendiği bilinmektedir (Ferrara, 2018). Dikenli kavun, sağlığı olumlu yönde etkileyen C vitamini, A vitamini, çinko ve lutein dahil olmak üzere birçok vitamin ve mineral açısından zengin bir kaynak olarak görülmektedir. Ayrıca düşük kalorili iyi bir enerji kaynağı olduğu düşünülmektedir. Dikenli kavun tohumları ise çoğalma materyali olmasının yanı sıra zengin bir besin kaynağıdır ve tedavi amaçlı kullanılma potansiyeline sahiptir. Kurutulduktan sonra ise meyvelerin tohumları gıda takviyesi olarak taze olarak yenilebilmektedir (Bölek, 2020).

Dikenli kavunun meyve eti 100 gram için %89-96 civarlarında yüksek su içeriğine, 22.4 kcal gibi düşük bir kalori değerine, 7.6 gram karbonhidrat içeriğine, 4-4.2 gram lif, 0.03-1.26 gram lipit ve 1.78-1.80 gram protein içerdiği tespit edilmiştir. Meyve eti ayrıca yüksek miktarda vitamin içermektedir; Kompleks B vitaminleri ve C vitamini için yüksek konsantrasyonlar kaydedilmişken, A vitamini içeriğinin daha düşük bir konsantrasyon da olduğu belirlenmiştir (Şeregelj ve ark.,

2022). Mineral içeriği dikenli kavunun meyve posası için önemli bir besin özelliğidir çünkü insan sağlığı ve gelişiminde büyüme üzerinde, kemik ve diş sağlığında, sıvı dengesinde ve diğer birçok süreçte önemli bir rol oynamaktadır (Savarino ve ark., 2021).

Dikenli kavunun kabuğunda ise 100 gramda 54 gram karbonhidrat ve 11.3 gram lif içermesi gıda değerinin yüksek olduğunun bir başka kanıtıdır (Ezekai beya ve ark., 2020). İçeriğinde bulunan diğer bileşiklerin değer aralıkları ise: 100 gramın 18.4 gramı nem, 8.89 gramı lipit ve 2.95 gramı proteinden oluşmuştur. C vitamini kabuk kısmında temel vitamindir ve bunu E vitamini, D vitamini, folik asit, A vitamini, riboflavin, K vitamini ve tiamin takip etmektedir. C ve E vitaminleri, reaktif oksijen türlerini temizleyerek hücreleri oksidatif stresin neden olduğu hücresel hasardan koruyan temel antioksidanlardır (Traber ve Stevens, 2011).

Dikenli kavun türünün tohumları da oldukça yüksek besin içeriğine sahiptir. Dikenli kavun tohumunun kalori değeri 100 g için 386 kcal olarak belirlenmiştir. Ayrıca 100 g tohumu, % 7 su, 50.2 g karbonhidrat, 19.2 g lif, 2.63-23.2 g protein ve 15.4-23.8 g yağ içermektedir (Achikanu ve ark., 2020; Sadou ve ark., 2007).

Meyve kabuğunda alkaloidler, flavonoidler, saponinler, tanenler, glikozitler, terpenoidler ve fenoller bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca dikenli kavun meyve kabuğunun polisakkarit içeriğinin çok yüksek olduğu ifade edilmiştir. Genel olarak meyve kabuğunun yapısı incelendiğinde hücre duvarlarının, galakturonik asit (Gal A), glikoz (Glu), arabinoz (Ara), galakturonik (Gal) ve rhamnnozdan (Rha)

oluştugu ve pektin açısından da zengin olduğu görülmektedir. Pektinin bileşimi ve yapısı, antioksidan kapasite, immünolojik aktivite ve in vitro anti-kanser aktivitesiyle doğrudan ilişkili bulunmaktadır. Ayrıca, yapısında bulunan pektin sayesinde bağırsak mikrobiyotası üzerinde belirgin etkiler gösterebilmektedir (Zhu ve ark., 2022). Dikenli kavunların meyve kabuğunun farmakolojik özelliklere sahip olduğu, dolayısıyla kurutulmuş ve toz haline getirilmiş antioksidan maddelerin ve serbest radikallerin varlığı nedeniyle diyet amaçlı kullanılabileceği tespit edilmiştir.

### 3. BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Dikenli kavun tohumları epigeal çimlenme sergilemektedir. Fideleri hızlı bir gelişim gösterirler. Kök gelişimi yüzeyseldir. Bitki gövdesi köşeli ve üzeri tüylüdür (Tablo 2, Şekil 2).



**Şekil 2.** Dikenli kavunda a. Bitki genel görünümü, b. Erkek çiçek görünümü, c. Dişi çiçek ve yumurtalığı, d. Bitki üzerinde meyve görünümü, e. Olgunlaşmamış meyve görünümü, f. Olgun meyve görünümü (orijinal)



Dikenli kavun tek evcikli ve tek yıllık (180-220 gün), sarılıcı büyüme yapısına sahip otsu bir bitkidir. Yayılıcı yapısı, odunsu ana gövdesinden yan dallanmalar ile birlikte 3 m uzunluğa kadar bir alana yayılmasından kaynaklanmaktadır. Yapraklar ise genel hatlarıyla, 90 x 100 mm boyutlarında, genellikle 3-5 loplu, kenarları dişli ve 100 mm uzunluğunda yaprak sapına sahiptir. Hem erkek hem de dişi çiçekler aynı bitkide (tek evcikli) görülmektedir. Erkek çiçekler tek veya 4'e kadar sapsız veya kısa saplı gruplar halinde, yeşilimsi veya açık sarı renktedirler, dişi çiçekler 20-60 mm uzunluğundaki sapların üzerinde, yumurtalıklar 20 mm uzunluğa kadar ve çok sayıda, koyu yeşil, dikenli, taç yaprakları sarı ve 8-15 mm uzunluğundadır (Usman ve ark., 2015) (Şekil 2).

**Tablo 2:** Dikenli Kavunun Morfolojik Özellikler Açısından Değerlendirilmesi

MORFOLOJİK ÖZELLİKLER			
Çimlenme	Epigeal	Bitki uzunluğu (cm)	165.3 cm
Yetiştiricilik Süresi	Yıllık (180–220 gün)	Meyve uzunluğu (cm)	8.9 cm
Çiçek Yapısı	Monoik	Meyve genişliği (cm)	6.8 cm
Üreme	Eşeyli	Meyve çevresi (cm)	28.9 cm
Stigma Rengi	Sarı	Ortalama meyve ağırlığı (g)	154.8 g
Stamen Rengi	Yeşil	Bitki başına meyve sayısı	29 adet
Tohum Şekli	Oval	Sap uzunluğu (cm)	2.8 cm
Çiçek Rengi	Sarı	Et kalınlığı (cm)	0.3 cm

(Manjunathagowda ve ark., 2023).

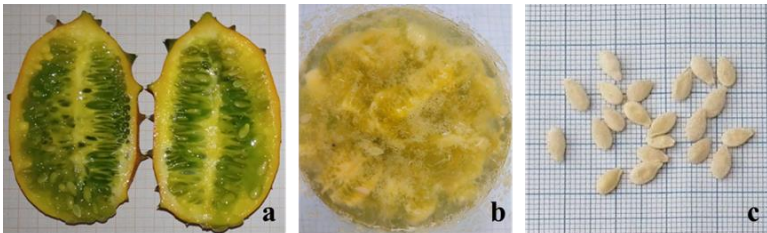
Tipik olarak erkek çiçekler, dişi çiçeklerin açılmasından günler önce oluşur. Erkek çiçekler birbirine kaynaşmış beş erkek organ ve yarım anter içermektedir (Şekil 2), dişi çiçekler ise tam bir yumurtalığa sahiptir. Meyveleri ise silindirik şekilde olup ortalama uzunluğu ve çapı sırasıyla 12 ve 8 cm'dir. Olgunlaşmamış meyveleri sert dikenli çıkıntılara sahiptir (Şekil 2). Ayrıca yarı saydam beyaz, elipsoid ve yeşil, mezokarpa bulunan tohumlardan oluşmaktadır (Dembitsky ve ark., 2011).

Meyveleri ağırlıklı olarak dekorasyon amacıyla yetiştirilebilmektedir. Uzun bir raf ömrüne sahip ve tropik bölgelerde dahi oda sıcaklığında üç aydan fazla muhafaza edilebilmektedir. Çiçeklenme sabah saatlerinde (7-9) meydana gelmektedir (Manjunathagowda ve ark., 2023).

165.3 cm'lik bir asma uzunluğu ve bitki başına üç ana dal ile koyu renkli yapraklarla karakterize edilmektedir ve ekimden itibaren 50 gün sonra hasata gelebilmektedir. Sırasıyla meyvelerin ortalama uzunluk, genişlik ve çapları 8.9, 6.8 ve 28.9 cm iken şekilleri dikdörtgen ve silindirik bir forma sahiptir. Genellikle meyve uzunluğu meyve genişliğinden daha fazladır. Bitki başına düşen meyve sayısı 29 ve ortalama ağırlıkları 154.8 g olduğu bilinmektedir. Çiçek sapının 2.80 cm uzunluğunda, meyve etinin 0.3 cm kalınlığında ve kabuk kalınlığının 0.1 cm olduğu tespit edilmiştir (Manjunathagowda ve ark., 2023).

Tohumlar, zümrüt yeşili olan ve sulu, yumuşak dokulardan oluşan mezokarp içine gömülüdür. Tohumlar beyaz, yaklaşık 5 ila 9 mm uzunluğunda, yenilebilir, elipsoid, basık ve meyve başına beş yüz

civarında tohum varken, meyveleri, çoğunlukla yabani halde bulunan acı ve acı olmayan olmak üzere iki şekilde bulunabilmektedir. Acı formu, oldukça toksik bir bileşik olan *cucurbita* cinsin de bulunan triterpenoidlerden kaynaklanmaktadır. Acı olmayan formlarının daha az toksik olduğu bulunmuş ve yaygın olarak bu formlarının yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir (Wannang, ve ark., 2007) (Şekil 3). Ayrıca olgunlaşmamış meyve, alacalı açık yeşil beneklerle koyu yeşildir, meyveleri olgunlaştıkça çok keskin dikenlerle parlak turuncuya dönmektedir. Meyve eti ile birlikte yenen tohumlarını çevreleyen yeşil, yarı saydam, hafif müsilajlı meyve suyu keselerinden oluşan bir yapıya sahiptir (Vieira ve ark., 2020). Dikenli kavunun meyve kabuğu kalın ve kabuğun ağırlığı, meyve suyu sıkıldıktan sonra dikenli kavunun toplam ağırlığının yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır. Dikenli kavunun kabuğunun bileşiminin %54'ü karbonhidrat, %18'i nem, %11'i lif, %9'u yağ ve %3'ünün protein olduğu bildirilmiştir. Dikenli kavun yapraklarının organik ekstraktlarının yüksek antimikrobiyal aktivite sunduğu bilinmektedir. Bu durum da aktif fitokimyasal bileşiklerin varlığını düşündürmektedir (Mzena ve Chacha, 2018).



Şekil 3. Dikenli kavunda a. Meyve içi tohum görüntüsü, b. Ekstraksiyona alınan tohumlar, c. Başlangıç nem seviyesine kadar kurutulmuş çimlenmeye hazır tohum görüntüsü (orijinal)

#### 4. YETİŞTİRME TEKNİĞİ

Bir meyvede ortalama 160-380 adet tohum bulunabilir, tohumları hıyar tohumlarına benzemekle birlikte çok daha küçüktür. Tohum bin tane ağırlığı 12.8 gram'dır. Optimum çimlenme sıcaklığı 20-30 °C'dir. Kaliteli bir tohumluk için tam olgun meyvelerin hasat edilmesi gereklidir (Demir, 2025).

Sıcak iklim sebze türlerinde olduğu gibi açıkta yetiştirilecekse yazlık olarak yetiştirilmelidir. Sera yetiştiriciliği için ise kış aylarında sıcaklıkların 15 °C'nin altına düşmemesi meyve tutumunun devamlılığı açısından gereklidir. Optimum gelişme sıcaklıkları 20-30 °C aralıklarındadır. Yüksek sıcaklıklara 40 °C'ye kadar toleranslıdır. Ancak aşırı sıcaklıklarda meyve kalitesi olumsuz etkilenir. Dikenli kavun nötr gün bitkisi olmakla birlikte, ışıklanma bitki gelişmesi, fotosentez, meyvede renk, şeker ve aroma oluşumunu olumlu etkiler (Lim, 2012).

Dikenli kavun genellikle sığ veya derin, iyi drenajlı topraklarda, çoğunlukla nehir kıyılarındaki alüvyonlu topraklarda veya taşkın ovalarda yetişmektedir. Ayrıca killi veya tınlı toprakta ve kayalık yamaçlarda da yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Dikenli kavun aynı zamanda engebeli ve terk edilmiş arazilerde bile yetişebilmektedir (Usman ve ark., 2015). İyi bir gelişim için pH'sı 6-7 arasında, fazla tuzlu olmayan (3-3.5 mmhos/cm/25°C'nin altında), kumlu-tınlı topraklar idealdir.

Dikenli kavun, açık arazide doğrudan tohum ekimi veya fide ile yetiştirilir. Fide üretimi için viyol veya seddeler tercih edilebilir. Tohum ekiminde her ocağa 3-4 tohum ekilebilir. Fide ile dikim yapılacaksa seddelere 50 cm sıra üzeri, 120 cm sıra arası mesafe uygundur. Kullanılacak gübre miktarı açıkta ve serada yetiştiriciliğe göre farklılıklar gösterebilir. Gübreleme öncesi mutlaka toprak analizi yapılarak gübreleme yapılmalıdır. Yetiştiriciliği sırasında 2-3 ton çiftlik gübresine ilave olarak 8 kg/da saf azot, 10 kg/da saf fosfor ve 12 kg/da saf potasyum önerilebilir. Çapalama ve sulama gibi kültürel işlemlerde zamanında ve yeteri kadar uygulanmalıdır (Demir, 2025).

Dikenli kavunda bitki başına verim 30 meyveye kadar çıkabilmektedir. Hava koşullarının bağlı olarak meyvelerde olgunlaşma 30-35 günde gerçekleşmektedir (Demir, 2025) (Şekil 3a).

Meyve kabuğunun yapısı nedeniyle dikenli kavun tropik bölgelerde bile altı ay boyunca oda sıcaklığında depolanabilmektedir. Dikenli kavun depolama esnasında sıcaklık isteği 10 ila 15°C arasında, bağıl nem isteği ise %90 civarında olduğu bilinmektedir. Dikenli kavun meyveleri soğuk zararına karşı hassas oldukları için genellikle oda sıcaklığında bekletilmesinin ardından depolara alınmaktadır (Şeregelj ve ark., 2022). Meyveler birbirine teması engellendiğinde en iyi şekilde depolanmaktadır. Çünkü meyve kabuğunun dış yüzeyinde bulunan dikenler diğer meyvelerde fiziksel zararlanmalara neden olabilmektedir (Carr ve Maggini, 2017).

Lezzeti, muhteşem görünümü ve uzun süren depo ömrü ile Afrika, Amerika ve Avusturalya'da tüketimi tercih edilmektedir. Bu ürünün

ticari potansiyeli, tohum çimlenmesini iyileştirilmesi, meyve özelliklerinin stabilize edilmesi (acılığın giderilmesi, boyut ve düzgün renklenme), lezzetin artırılması ve nemli koşullar altında depolama ömrünün uzatılabilmesi için üzerinde çalışmaların yapılması gerektiği bildirilmiştir (Vieira ve ark., 2020).

Tür bazı stres koşullarına dayanıklıyken (hastalık ve zararlılar), bazı stres koşullarına (düşük ve yüksek sıcaklıklar) dayanıklı değildir. Üstün özelliklerinden biri olan nematoda dayanımı nedeniyle kavun yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılmış ve çalışma sonunda başarı elde edilmiştir (Sigüenza ve ark., 2005). Kabakgil yetiştiricileri *C. metuliferus* ile ilgilenmektedir çünkü dikenli kavunlar, kök düğüm nematodu *Meloidogyne incognita* (Fassuliotis, 1967), külleme, yaprak bitleri (Nugent ve Dukes, 1997), kabak mozaik virüsü ve karpuz mozaik virüsü olmak üzere birçok hastalık ve zararluya karşı yüksek düzeyde direnç göstermektedir (Fassuliotis ve Corley, 1967). *C. metuliferus*'un aşırı tuzlu ortamlarda çimlenebildiği, sıcaklık değişikliklerine karşı toleranslı olduğu (Benzioni ve ark., 1991), beyaz sineklere, papaya halkalı leke virüsüne (Providenti ve Gonsalves, 1982) ve karpuz mozaik virüsüne karşı dirençli olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Providenti ve Robinson, 1974).

Sonuç olarak dikenli kavun, tüm bitki bileşenlerini kullanan önemli bir nutrasötik (tedavi edici) potansiyele sahip en ilgi çekici kabakgil türlerinden biridir. Bununla birlikte, *C. metuliferus*, kabakgil ve kavun ıslah çalışmalarında kullanımı faydalı olabilecek bir gen kaynağı olup, kabakgil ıslahçıları için önem arz etmektedir. Dikenli kavunun hızlı

büyümesi ve Tropikal bölgelerde bile ortam şartlarında 90 günden fazla raf ömrüne sahip olması, ticari açıdan avantajlı bir ürün olarak öne çıkmasını sağlamaktadır. Ayrıca hastalık ve zararlılara (özellikle nematodlara ve küflere) karşı dayanıklı olması yetiştiricilikte ve ıslah çalışmalarında kullanılabilecek önemli bir gen kaynağı olduğunun bir diğer kanıtıdır. Dikenli kavunun yetiştiricilik dönemlerinde elde edilen yüksek verimi, pazarın egzotik meyvelere olan talebinin artması, farklı bir meyve yapısına sahip olması (dikkat çekici renkte meyvelerinin bulunması) ve anaç olarak kullanımı gibi özelliklerinin önümüzdeki yıllarda alternatif bir sebze türü olarak değerlendirilmesine sebep olacağı ön görülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Achikanu, C. E., Ani, O. N., & Akpata, E. I. (2020). Proximate, vitamin and phytochemical composition of *Cucumis metuliferus* seed. *Steroids*, 2: 0-158.
- Benzioni, A., Mendlinger, S., Ventura, M., & Huyskens, S. (1991). Effect of sowing dates, temperatures on germination, flowering, and yield of *Cucumis metuliferus*. *Hort Sci.*, 26(8): 1051-1053.
- Bölek, S. (2020). Determination of in vitro antioxidant activity and bioactive compounds of kiwano seeds. In *Proceedings of the International Conference on Research in Health Sciences, Kuala Lumpur, Malaysia*, 5-16.
- Burkill, H. M. (1985). *Useful Plants of West Tropical Africa*. Royal Botanic Gardens, London, 1(2): 570-605.
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9(11): 1211.
- Council, N. R. (2008). *Lost Crops of Africa: Volume III: Fruits*.
- Dembitsky, V. M., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Vearasilp, S., Trakhtenberg, S., & Gorinstein, S. (2011). The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. *Food research international*, 44(7): 1671-1701.
- Demir, S. (2025). Dikenli kavunda (*Cucumis metuliferus* E.Mey. ex Naudin) tohum gelişimi ile tohum kalitesi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Danışman Prof. Dr. Kazım MAVİ (Yayınlanmamış).
- Ezekaibeya, A. C., Nnenna, A. O., & Kenechukwu, O. C. (2020). Proximate, phytochemical and vitamin compositions of *Cucumis metuliferus* (horned melon) rind. *Journal of Complementary and Alternative Medical Research*, 9(3): 40-50.
- Fassuliotis, G. (1967). Species of *Cucumis* resistant to the root knot nematode. *Meloidogyne incognita* Acrita Plant Dis. Rep., 51: 720-723.
- Fassuliotis, G., & Corley, Jr E. L. (1967). Use of seed growth pouches for root-knot nematode resistance tests. *Plant Dis. Rep.*, 51: 482-486.
- Ferrara, L. (2018). A fruit to discover: *Cucumis metuliferus* E. Mey Ex Naudin (Kiwano). *Clin. Nutr. Metab*, 1: 1-2.
- Lim, T. K. (2012). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 2, Fruits*, 235-238.



- Manjunathagowda, D. C., Pitchaimuthu, M., Hiremata, V., Sathisha, G. C., Soni, S., Dhananjaya, M. V., & Lakshmana Reddy, D. C. (2023). Horny gourd (*Cucumis metuliferus* L.): a hidden vegetable boon for human nutrition. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 70(6): 1903-1911.
- Mzena, T., & Chacha, M. (2018). Antimalarial activity of *Cucumis metuliferus* and *Lippia kituiensis* against *Plasmodium berghei* infection in mice. *Research and Reports in Tropical Medicine*, 81-88.
- Nugent, P. E., & Dukes, P. D. (1997). Root-knot nematode resistance in *Cucumis* species.
- Provvidenti, R., & Gonsalves, D. (1982). Resistance to papaya ringspot virus in *Cucumis metuliferus* and its relationship to resistance to watermelon mosaic virus-1. *J Hered.* 73: 239-240.
- Provvidenti, R., Robinson, R. W. (1974). Resistance to squash mosaic virus 1 in *Cucumis metuliferus*. *Plant Dis. Rep.*, 58: 735-738.
- Sadou, H., Sabo, H., Alma, M. M., Saadou, M., & Leger, C. L. (2007). Chemical content of the seeds and physico-chemical characteristic of the seed oils from *Citrullus colocynthis*, *Coccinia grandis*, *Cucumis metuliferus* and *Cucumis prophetarum* of Niger. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 21(3): 323-330.
- Savarino, V., Marabotto, E., Zentilin, P., Demarzo, M. G., de Bortoli, N., & Savarino, E. (2021). Pharmacological management of gastro-esophageal reflux disease: an update of the state-of-the-art. *Drug Design, Development and Therapy*, 1609-1621.
- Šeregelj, V., Šovljanski, O., Tumbas Šaponjac, V., Vulić, J., Četković, G., Markov, S., & Čanadanović-Brunet, J. (2022). Horned melon (*Cucumis metuliferus* E. Meyer Ex. Naudin) Current knowledge on its phytochemicals, biological benefits, and potential applications. *Processes*, 10(1): 94.
- Sigüenza, C., Schochow, M., Turini, T., & Ploeg, A. (2005). Use of *Cucumis metuliferus* as a rootstock for melon to manage *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, 37(3): 276-280.
- Traber, M. G., & Stevens, J. F. (2011). Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radical Biology and Medicine*, 51(5): 1000-1013.
- Usman, J. G., Sodipo, O. A., Kwaghe, A. V., & Sandabe, U. K. (2015). Uses of *Cucumis metuliferus*: a review. *Cancer Biology*, 5(1): 24-34.

- Vieira, E. F., Grosso, C., Rodrigues, F., Moreira, M. M., Fernandes, V. C., & Delerue-Matos, C. (2020). Bioactive compounds of horned melon (*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex Naudin). *Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes*, 1-21.
- Wannang, N. N., Jimam, N. S., Omale, S., Dapar, L. M. P., Gyang, S. S., & Aguiyi, J. C. (2007). Effects of *Cucumis metuliferus* (*Cucurbitaceae*) fruits on enzymes and haematological parameters in albino rats. *Afr. J. Biotech.*, 6(22): 2515-2518.
- Zhu, M., Song, Y., Martínez-Cuesta, M. C., Peláez, C., Li, E., Requena, T., & Sun, Y. (2022). Immunological activity and gut microbiota modulation of pectin from kiwano (*Cucumis metuliferus*) peels. *Foods*, 11(11): 1632.



**BÖLÜM 6**  
**KABAKGİLLERİN BESİN GEREKSİNİMLERİ VE**  
**GÜBRELEME**

Yük. Zir. Müh. Ömer ÖZTAŞ<sup>1\*</sup>  
Prof. Dr. Fikret YAŞAR<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544270>

---

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. omeroztas3065@gmail.com, Orcid ID:0000-0001-9034-5675

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. fyasar@yyu.edu.tr, Orcid ID:0000-0001-6598-8580

\*Sorumlu yazar



## GİRİŞ

Kabakgiller (*Cucurbitaceae*), dünya genelinde geniş üretim hacmi ve ekonomik değeri ile stratejik bir tarımsal öneme sahiptir. 2022 yılı itibarıyla bu familyanın başlıca türleri olan karpuz, hıyar, kavun ve kabak toplamda yaklaşık 245 milyon ton üretimle dikkat çekmektedir. Karpuz, 100 milyon tonluk üretimiyle bu grupta en büyük paya sahiptir ve Türkiye, Çin'in ardından ikinci sıradadır. Benzer şekilde, 94,7 milyon tonluk hıyar üretiminde de Türkiye ikinci sırada yer almaktadır. Kavun ve kabak üretimleri sırasıyla 28,6 milyon ton ve 22,8 milyon ton olarak kaydedilmiş; Türkiye, kavunda ikinci, kabakta ise altıncı sırada konumlanmıştır (URL-1). Bu üretim verileri, kabakgillerin yalnızca küresel tarımdaki yerini ve önemini değil, aynı zamanda Türkiye için taşıdığı stratejik önemi de açıkça göstermektedir. Ancak, bu bitki ailesinde yüksek verim ve kaliteli ürün elde edebilmek, doğrudan doğru besin maddelerinin sağlanmasına bağlıdır. Bu nedenle gübreleme, kabakgillerin yetiştiriciliğinde verimlilik ve kaliteyi artırmanın temel taşı olarak öne çıkmaktadır.

Kabakgiller, hızlı büyüyen ve yoğun besin maddesi ihtiyacı gösteren bir bitki grubudur. Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Kükürt (S) gibi makro besinlerin yanı sıra bor (B), çinko (Zn) Demir (Fe), Bakır (Cu), Molibden (Mo) ve Klor (Cl) gibi mikro besinler, bitkilerin büyüme, çiçeklenme, meyve tutumu ve olgunlaşma aşamalarında hayati bir rol oynamaktadır (Yekula ve ark., 2023). Doğru gübreleme uygulamalarıyla, bitkinin ihtiyaç duyduğu bu besin maddeleri dengeli bir şekilde sağlanabilirken, yanlış veya yetersiz

gübreleme hem verim kayıplarına hem de kalite düşüşüne neden olabilir (Kusum ve ark., 2024). Gübrelemenin yalnızca verim ve kaliteyi değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği etkilediği de bilinmektedir. Özellikle kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı, toprak tuzluluğu, yeraltı sularında nitrat birikimi ve ekosistemde bozulmalara yol açabilmektedir (Zhang ve ark., 2018; Canfora ve ark., 2024). Bu bağlamda, organik gübreleme, biyolojik gübreler ve modern gübreleme teknolojilerinin (damla sulama ile gübreleme gibi) kullanımı hem verimlilik hem de çevre dostu tarım uygulamaları açısından giderek önem kazanmaktadır (Okur ve ark., 2022). Çalışmamız, kabakgillerde gübrelemenin temel ilkelerini, verim ve kaliteye etkilerini ve sürdürülebilir uygulamalar için önerileri ele almaktadır.

## **1. KABAKGİLLERİN BESİN GEREKSİNİMLERİ**

Kabakgiller, sağlıklı büyüme, kaliteli ürün ve yüksek verim için dengeli bir besin alımına ihtiyaç duyan bitki grubudur. Bu nedenle, makro ve mikro besinlerin doğru bir şekilde yönetilmesi, kabakgillerin verim potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için kritik öneme sahiptir. Bitkinin gelişim dönemlerine göre farklılık gösteren besin ihtiyaçları, uygun gübreleme programlarının hazırlanmasını gerektirir.

### **1.1. Azot (N)**

Azot (N), bitkilerin yaprak, kök ve gövde gelişimini teşvik eden en önemli makro besindir. Vegetatif büyüme döneminde azota olan ihtiyaç artar, çünkü bitki bu dönemde hızlı bir şekilde yeşil aksamını oluşturur.

Azot eksikliği genellikle yapraklarda sararma, zayıf büyüme ve genel bitki gelişiminde yavaşlama olarak kendini gösterir (Weber ve Burow, 2018; Atav, 2024).

### **1.1.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Azot Noksanlığı**

Azot noksanlığı durumunda, hıyar bitkisinin gövdesi incelik, sertleşir ve lifli bir yapı kazanır. Yapraklar genellikle açık yeşil renkte olup, yaşlandıkça sarımsı bir renk alır. Azot noksanlığı belirtileri önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkar. Bu yapraklar daha açık yeşil renkli, daha küçük boyutlu olabilir ve erken dönemde sonbahar renklerine bürünerek dökülebilirler. Azot yetersizliği meyvelerde de kendini gösterir; meyveler kısa, açık yeşil renkte ve çiçek uçları büzüşmüş bir halde olur. Azot noksanlığı yaşayan bitkilerde sürgünler ve dallar daha kısa boylu ve sayıca daha az olur (URL- 2).

### **1.1.2. Kavun Yetiştiriciliğinde Azot Noksanlığı**

Azot noksanlığı, bitkilerde küçük ve soluk yeşil yapraklar, ince ve lifli saplar, zayıf çiçekler ve deformasyona uğramış meyvelerle kendini gösteren ciddi bir besin eksikliğidir. Bu durum, toprak pH'sının dengesizliği, düşük organik madde içeriği, aşırı sulama veya yağış ile ayrışmamış organik maddelerden kaynaklanabilir. Çiçeklenme öncesi dönemde düzeltilmeyen azot eksikliği, meyve deformasyonlarını geri döndürülemez hale getirir. Azot, meyve gelişimi için kritik öneme sahiptir; bu nedenle verim ve kaliteyi artırmak için azotun optimal düzeyde tutulması gerekmektedir (URL-2).



### **1.1.3. Karpuz Yetiştiriciliğinde Azot Noksanlığı**

Azot noksanlığı, karpuz bitkilerinin biyokimyasal süreçlerinde ve fiziksel yapılarında ciddi aksaklıklara neden olarak bitki sağlığını ve verimini önemli ölçüde tehlikeye atar. Bu durum, yaşlı yaprakların sararıp solması ve genel yaprak renginin soluk yeşile dönüşmesiyle kendini belli eder. Azot eksikliği sonucu oluşan karpuz meyveleri, genellikle kısa, açık yeşil renkli olur ve çiçek uçları büzülmüş bir görünüm alır. Bitki metabolizmasında azot, proteinlerin, klorofilin, alkaloidlerin ve diğer hayati organik bileşiklerin sentezinde kritik bir rol oynar. Azot eksikliği, karpuz bitkilerinde büyüme hızında yavaşlamaya, erken yaprak dökülmesine ve tohum ile meyve veriminde ciddi düşümlere neden olabilir. Yapraklar, klorofil üretiminin azalması nedeniyle klorotik bir görünüm kazanır ve soluk yeşile döner. Aşırı azot uygulaması ise karpuz bitkilerinde dengesiz ve aşırı büyümeye, su içeriğinin artmasına ve olgunlaşma sürecinin gecikmesine sebep olabilir. Bu durum, bitkilerin fizyolojik dengesini bozar ve verimliliği olumsuz etkiler. Karpuz yetiştiriciliğinde azot dengesi, bitki sağlığının korunması ve yüksek verim elde edilmesi için kritik bir öneme sahiptir (URL-2).

### **1.1.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Azot Noksanlığı**

Bitki gelişimi için gerekli olan azot ve potasyum oranlarının uygun seviyelerde olmaması, bu eksikliğin bitkilerin besin maddesi dengesini olumsuz yönde etkilemesi ve ayrıca yüksek sıcaklıkların da bitki metabolizmasını bozarak bitkinin genel sağlığını tehdit etmesi

sonucunda, meyvelerin uç kısımlarında belirgin bir sivrileşme meydana gelir. Bu durum, bitkinin doğal gelişim sürecini engellerken, meyvelerin istenilen formda olmamasına ve verimliliğin düşmesine neden olur. (URL-3)



**Şekil 1.** A. Kabakta Azot Noksanlığı (URL-8. 2024), B. Hıyarda Azot Noksanlığı (URL-9. 2024), C. Kavunda Azot Noksanlığı (URL- 10. 2024)

## **1.2. Fosfor (P)**

Fosfor (P), kök gelişimi, çiçeklenme ve enerji transferi için gereklidir. Özellikle çimlenme ve erken büyüme dönemlerinde fosfor ihtiyacı yüksektir. Eksikliğinde yapraklarda morarma ve zayıf kök gelişimi gibi belirtiler görülür (Kulaç ve Bildirici, 2020).

### **1.2.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Fosfor Noksanlığı**

Fosfor noksanlığında, hıyar bitkisinde belirgin morfolojik ve fizyolojik değişikliklere neden olur. Yapraklar, donuk ve koyu yeşil renkte olup, boyut olarak küçülür. Bu yapraklarda zaman zaman bronz renkli lekeler gözlemlenir. Bitki genel olarak solgun ve sarkık bir duruş sergiler ve erken dönemde yaprak kaybı yaşanabilir. Gövde yapısı kısa ve ince olurken, meyveler donuk yeşil renkte ve bronz lekelerle kaplanmış bir görünüm sunar. Ayrıca, yaşlı yaprakların ayasında şeffaf görünümlü kahverengi nekrozlar oluşur ve yaprak saplarında kuruma meydana gelir (URL-2).

### **1.2.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Fosfor Noksanlığı**

Karpuz yetiştiriciliğinde fosfor noksanlığı, bitkilerin büyümesini yavaşlatır ve yapraklarda donuk koyu yeşil renk, bronz lekeler ve erken yaprak ölümü gibi belirtilere neden olur. Gövdeler kısa ve ince olurken, meyveler donuk yeşil ve bronz lekelerle kaplı hale gelir. Fosfor, fotosentez, karbonhidratların sentezi ve enerji transferi gibi önemli süreçler için gereklidir. Genç bitkilerde eksiklik belirtileri daha erken ortaya çıkar ve özellikle kireçli, yüksek pH'lı ya da asidik topraklarda

fosfor alımı zorlaştırır. Fosfor eksikliği en çok çiçek, meyve ve tohum gibi generatif organlara zarar verir. Toprak pH analizinin yapılması önemlidir (URL-2).

### **1.2.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Fosfor Noksanlığı**

Kavunda fosfor eksikliğinde, donuk, koyu yeşil ve daha küçük yapraklara neden olur. Alt yapraklarda mor renk değişikliği görülebilir. Genç bitkilerde kahverengi lekeler oluşabilir ve yaşlı yapraklar tamamen çürüme riski taşır. Çiçeklenme döneminde fosfor eksikliği, dışı çiçeklerin dökülmesine yol açar. Meyveler küçük, donuk yeşil veya bronz renkte olabilir ve şekilleri düzensizleşebilir. Yüksek verim ve kalite için çiçeklenmeden önce yeterli fosfor sağlanmalıdır. Fosfor eksikliği genellikle asidik veya çok alkalın topraklarda, düşük organik madde içeriği ve soğuk-ıslak koşullarda görülür. Fosfor, meyve tutumu, meyve gelişimi ve erken olgunluğu artırır (URL-2).

### **1.2.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Fosfor Noksanlığı**

Kabak bitkisinde fosfor eksikliği yaşandığında, bitkiler yeterli miktarda fosfor alamadığı için tohum oluşumu düzgün bir şekilde gerçekleşmez ve bu durum, kabak bitkisinin meyvelerinin büyüme ve olgunlaşma süreçlerini olumsuz yönde etkiler; dolayısıyla, fosforun eksikliği, sadece bitkinin verimliliğini ve sağlığını ciddi ölçüde azaltmakla kalmaz, aynı zamanda tarımsal üretimde önemli kayıplara yol açarak çiftçilerin ekonomik açıdan zarar görmesine neden olabilir ve bu da gıda arzı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir. Bu nedenle, fosfor

içeriği zengin olan bir toprağın kullanılması hem tohum oluşumu hem de meyve büyümesi için büyük önem taşır (URL-4).



Şekil 2. Hıyarda Fosfor Noksanlığı (URL-11. 2024).

### 1.3. Potasyum (K)

Potasyum (K) ise meyve gelişimi, bitkinin stres toleransı ve hastalıklara karşı direncini artırmada önemli bir rol oynar. Meyve tutumu ve olgunlaşma dönemlerinde potasyuma olan ihtiyaç zirve yapar. Eksikliği, yaprak kenarlarında yanık benzeri lekeler ve meyve kalitesinde düşüşle kendini gösterir (FM ve ark., 2013; Arslan ve ark., 2018; Yenikalaycı ve ark., 2022).

#### 1.3.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Potasyum Noksanlığı

Potasyum eksikliği durumunda hıyar bitkisinin yapraklarında renk değişiklikleri ve dalgalanma görülür. Yaprak kenarları bronzlaşır ve nekroz oluşarak sarımsı kahverengiye döner. Meyveler yumuşar ve gövdeye yakın kısımları ince olur. Potasyum eksikliği, bitkilerde turgor basıncını düşürür ve su stresi altında bitkiler gevşek dokulu hale gelir. Kuraklığa, dona, hastalıklara ve tuzlu toprak koşullarına karşı

dayanıklılık azalır. Ayrıca ksilem ve floem dokularının oluşumu yavaşlar, gövde zayıflar. Potasyum, birçok bitki türünde kaliteyi etkileyen önemli bir elementtir; eksikliği özellikle sebze, meyve, tütün ve lif bitkilerinin kalite özelliklerini olumsuz etkiler (URL-2).

### **1.3.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Potasyum Noksanlığı**

Potasyum noksanlığı, bitkilerin hücre özsuyunun ozmotik potansiyelini azaltarak don gibi olaylara karşı duyarlılıklarını artırır. Karpuz yetiştiriciliğinde, potasyum eksikliği yaprak kenarlarında sarımsı kahverengi nekrozlara, yapraklarda geriye kıvrılmalara ve olgunlaşmadan dökülmelere neden olur. Meyveler küçük, ince kabuklu ve asidik olur. Potasyum eksikliği olan bitkilerde turgor basıncı düşer, su stresi ve gevşek dokulu bitkiler ortaya çıkar. Bu bitkiler kuraklık ve dona karşı daha az dayanıklıdır, hastalık etmenlerine ve tuzlu toprak koşullarına karşı da hassaslaşır. Ksilem ve floem dokularının oluşumu geriler, gövde zayıflar. Yaşlı yapraklarda kirli kahverengi nekrotik lekeler belirir, yapraklar mavimsi yeşil renkte ve kenarları bronzlaşan bir renk değişimi gösterir. Genç yapraklar dalgalı bir hal alır ve nekrotik yapraklar sarımsı kahverengi olur, kenarlardan kuruma başlar. Meyveler yumuşak ve gövde tarafı ince olur. Potasyum, organik bileşiklerle kompleksler oluşturur ve metabolizmayı geliştirir. Yeterli potasyum içeriği ile hücre özütünün ozmotik basıncı artar ve bitkilerin hafif donlara karşı direnci yükselir. Potasyum protein sentezi, fotosentez ve enzimatik reaksiyonlarda kritik bir rol oynar (URL-2).

### **1.3.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Potasyum Noksanlığı**

Potasyum eksikliği kavunlarda çeşitli belirtilere yol açar. Genç yapraklar dalgalanır, yaşlı yapraklar ise nekrotik (ölü hücreler) kenarlara sahip olur ve kahverengi lekeler ortaya çıkar. Bitki boyu kısalmış ve gelişimi geriler. Kavunlar, özellikle meyve başlangıcından olgunlaşma dönemine kadar yüksek potasyuma ihtiyaç duyarlar. Bu eksiklik asidik, kumlu, kurak, yoğun sulama yapılan veya potasyum rezervi düşük topraklarda sıkça görülür. Potasyum, yaprak kalitesini iyileştirir, su yönetimini düzenler ve hastalıklara karşı direnci artırır. Tarımsal verimliliği korumak için toprak analizleri yapılarak eksikliklerin giderilmesi önemlidir (URL-2).

### **1.3.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Potasyum Noksanlığı**

Kabak bitkisinde potasyum eksikliği, bitkinin fizyolojik ve morfolojik özelliklerinde ciddi olumsuz etkiler yaratır. Potasyumun yetersiz olması durumunda, meyve renginde belirgin bozulmalar meydana gelir ve meyve kalitesi düşer. Bu durum, ürünün pazarlanabilirliğini ve tüketici tercihlerini olumsuz etkiler. Ayrıca, çiçeklenme sürecinde solgunluk gözlemlenir, bu da bitkinin üreme kapasitesini azaltır ve verim kaybına neden olur. Yaprak kenarlarında yanıklık belirtileri de yaygın olarak görülür; bu yanıklık, yaprakların kurummasına ve bitkinin fotosentez yapma kapasitesinin azalmasına yol açar. Potasyum eksikliğinin bir diğer kritik etkisi, bitkinin hastalıklara karşı direncini zayıflatmasıdır. Bu durum, bitkinin çeşitli patojenlere ve çevresel stres faktörlerine karşı daha savunmasız hale gelmesine neden olur. Sonuç olarak, kabak

bitkisinin optimal gelişimi ve yüksek verim elde edilebilmesi için potasyumun yeterli düzeyde sağlanması büyük önem taşır (URL-4).



Şekil 3. Hıyarda Potasyum Noksanlığı (URL-12. 2024)

#### 1.4. Magnezyum (Mg)

Magnezyum, bitkilerde klorofilin merkez atomu olarak fotosentezde kritik rol oynar. Pektin ve phytinin yapısında bulunur ve ATP'nin sentezinde yardımcı faktördür. Ayrıca karbondioksit asimilasyonu, protein sentezi, şeker ve nişasta üretiminde önemli rol oynar. Magnezyum eksikliği durumunda klorofil miktarı ve fotosentez azalır, protein sentezi geriler, ürün miktarı düşer ve yaşlı yapraklarda damarlar arasında sararmalar görülür (McCauley ve ark., 2009; Kacar ve Katkat, 2010). Toprakta yüksek potasyum, amonyum, hidrojen ve kalsiyum iyonları magnezyum alımını engellerken, düşük pH'lı asitli topraklarda alüminyum iyonları magnezyum eksikliğine neden olur (Aktaş ve Ateş, 1998; Özbek ve ark., 2001; Gardiner ve Miller, 2008).



### **1.4.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Magnezyum Noksanlığı**

Magnezyum eksikliği yaşayan hıyar bitkilerinde yaşlı yapraklarda sararma (kloroz) belirtileri gözlenir. Bu yapraklarda damarlar ve yaprak kenarlarında ince bir yeşil bant kalır. Ayrıca, yaprak kenarlarında kahverengi lekeler oluşabilir. Budanmış bitkilerde, ana gövdenin yeni sürgünlerin magnezyum ihtiyacını karşılayamaması nedeniyle eksiklik belirtileri daha belirgin hale gelebilir. Eksiklik belirtileri ilk olarak yaşlı yapraklarda ortaya çıkar ve bu yapraklar ince, kırılğan ve erken dökülen yapılar sergiler. Aynı zamanda damar arası ve kenar klorozu (sararma) gösterir. Son aşamada, yapraklarda damar arası kızarıklık ve nekroz (doku ölümü) gelişir. Ancak eksiklik şiddetli olmadığı sürece, sürgünler genellikle normal görünümünü korur (URL-2).

### **1.4.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Magnezyum Noksanlığı**

Karpuz yetiştiriciliğinde magnezyum eksikliği, yaprakların sararmasına ve meyve veriminin düşmesine neden olur. Bu eksiklik genellikle yaşlı yapraklarda başlar ve zamanla genç yapraklara yayılır. Magnezyum alımı, potasyum, amonyum ve kalsiyum gibi diğer katyonların fazlalığı ile engellenebilir. Magnezyum eksikliği kumlu, asidik veya potasyumca zengin topraklarda, yüksek potas uygulamaları yapılan topraklarda ve soğuk-ıslak dönemlerde yaygındır. Eksiklik belirtileri, manganez toksisitesi veya mantar hastalıkları ile karıştırılabilir. Magnezyum, yüksek verimli büyüme için artan fotosentetik aktiviteye katkı sağlar. Budanan karpuz bitkilerinde, magnezyum eksikliği belirtileri sıklıkla gözlemlenir. Bu durumda, bitkilerin yeni sürgünleri

destekleyebilmesi için yeterli magnezyum alamadıkları anlaşılır (URL-2).

### **1.4.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Magnezyum Noksanlığı**

Magnezyum eksikliği kavun yapraklarında damarlar arası kloroz (sararma) şeklinde kendini gösterir ve yapraklar beyazımsı, nekrotik (ölü doku) hale gelirken damarlar yeşil kalır. Bu durum ilk olarak yaşlı yapraklarda başlar ve daha genç yapraklara doğru ilerler. Meyve verimi düşer. Magnezyum eksikliğinin nedenleri arasında mahsulün büyüme dönemi boyunca düzenli magnezyum tedariki eksikliği bulunur. Magnezyum alımı, diğer katyonların ( $K^+$ ;  $NH_4^+$ ;  $Ca^{2+}$ ) fazlalığı ile baskılanabilir, bu yüzden magnezyum, potasyum ve kalsiyum kaynaklarının dengelenmesi önemlidir. Magnezyum eksikliği belirtileri, manganez toksisitesi veya mantar hastalıkları ile karıştırılabilir. Eksiklik, özellikle kumlu topraklarda, asidik topraklarda, potasyumca zengin topraklarda, yüksek potas uygulamaları yapılan topraklarda ve soğuk, ıslak dönemlerde gözlenir. Magnezyum, yüksek verimler için gerekli olan artırılmış fotosentetik aktiviteyi destekler (URL-2).

### **1.4.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Magnezyum Noksanlığı**

Kabaklarda magnezyum eksikliğinin ilk belirtileri eski yapraklarda damarlar arası kloroz, yani yaprak damarları arasında sararma şeklinde başlar. Bu renk bozulması zamanla yeni yapraklara da yayılır. Sarı lekeler zamanla kahverengiye döner, ölür ve düşer, bu da yapraklarda deliklerin oluşmasına neden olur. Ek belirtiler arasında yaprak

kıvrılması ve bodur büyüme bulunabilir. Magnezyum eksikliği genellikle düşük kation değişim kapasitesine sahip kumlu topraklarda görülür. (URL-5).



Şekil 4. Hıyarda Magnezyum Noksanlığı (URL-13. 2024)

### 1.5. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum, bitkilerin hücre duvar yapısını düzenleyerek dik durmalarına yardımcı olur ve toprağın yapısını iyileştirir (Plaster, 1992; McCauley ve ark., 2009). Kalsiyum, toprağın havalanmasını sağlar, pH dengesini korur ve bazı besin elementlerinin alımını kolaylaştırır (Plaster, 1992; Çepel, 1996; Kacar ve Katkat, 2010). Eksikliği, genç yapraklarda deformasyon ve nekrozlara yol açar (Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley ve ark., 2009). Ancak aşırı kalsiyum, bitkinin diğer besin elementlerini almasını zorlaştırabilir (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001).

### **1.5.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Noksanlığı**

Sonbaharda bazı hıyar ürünlerinde görülen kalsiyum eksikliği, bitkilerin sağlıklı büyümesini olumsuz etkileyebilir. Özellikle ekim ayının başında ekilen ve ek ışıklar altında kışı geçirmesi planlanan hıyarlar, bu eksiklikten sıklıkla etkilenir. Kalsiyum eksikliği, bitkinin genç yaprakları ve sürgünlerinde belirgin hale gelir; yapraklar aşağıya doğru kıvrılır, şiddetli buruşma gösterir ve kenarlarında "yanma" belirtileri görülür. Hıyar çiçekleri zayıf kalır ve meyveler hızla dökülür. Yaprak yüzeyinde bazen dağınık beyaz lekeler görülebilir ve kök uçlarında kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkabilir. Kalsiyum eksikliği, bitkinin genel sağlığını etkileyerek verim kayıplarına neden olabilir. Bu nedenle, erken teşhis ve uygun tedavi yöntemlerinin uygulanması, ürün kalitesini korumak için kritik öneme sahiptir (URL-6).

### **1.5.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Noksanlığı**

Kış aylarında karpuz yetiştiriciliğinde sıkça görülen kalsiyum eksikliği, özellikle yaprak kenarları ve ana damarlar arasında klorofilin solmasıyla belirginleşir. Bu durum, yaprakların bodurlaşmasına ve zayıf damarlarla kabuk benzeri bir görünüme bürünmesine neden olur. Yaprak kenarından başlayan kloroz, yaprak bıçağına doğru yayılır ve yaşlı yapraklarda belirgin benekler oluşurken, genç yapraklar damarları yeşil kalacak şekilde sararır. Büyüme noktaları ve kökler bu süreçte ölür, saplar düşük hücre gücü nedeniyle çatlayabilir, çiçek tomurcukları düşebilir. Kalsiyum eksikliği, meyvelerde içi boşluklara ve

bölünmelere yol açar; iç et kahverengiye döner ve camsı bir görünüm alarak parçalanır. Bu sorunlar, hasat sonrası nakliye veya raflarda fark edilmeyebilir ve meyvelerdeki kalsiyum eksikliği, yapraklarda belirgin bir belirti göstermeden de ortaya çıkabilir (URL-2).

### **1.5.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Noksanlığı**

Kalsiyum eksikliği kavunda önemli yapısal ve fonksiyonel bozukluklara neden olabilir, zira bu durumda yapraklar bodur kalır ve zayıf damarlarla kabuk benzeri bir görünüm alabilir. Kloroz yaprak kenarından başlayarak yayılır, yaşlı yapraklar benekli görünürken genç yapraklar yeşil damarlarla sararır. Büyüme noktaları ve kökler ölür, saplar çatlayabilir ve çiçek tomurcukları dökülebilir. Meyveler içi boş olur, çatlar ve iç etleri kahverengiye dönerek camsı bir görünüm alır. Kalsiyum eksikliği, görünür belirtiler olmadan da ortaya çıkabilir ve özellikle kumlu veya asidik topraklarda, sodyum veya alüminyum zengin ortamlarda, kuraklık koşullarında, potasyum eksikliği ve dengesiz su temini durumlarında daha yaygındır. Yeni kök büyümesi, yaprak ve meyve gelişimi ve hasat sonrası çürümeyi önlemek için kalsiyum oldukça önemlidir ve bu nedenle dikkatle yönetilmelidir (URL-2).

### **1.5.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Noksanlığı**

Kabak bitkilerinde kalsiyum eksikliği, yaprakların yanıklar oluşmasına ve köklerin zayıflamasına neden olarak bitkinin genel sağlığını olumsuz etkiler. Bu durum, özellikle yapraklarda kahverengi lekeler ve köklerde yeterince gelişememe belirtileriyle kendini gösterir. Kalsiyum

eksikliği, bitkinin hem yukarıda hem de aşağıda hayati fonksiyonlarını sürdürebilme kapasitesini zayıflatır (URL-3).



Şekil 5. Hıyarda Kalsiyum Noksanlığı (URL-14. 2024)

### 1.6. Çinko (Zn)

Çinko, bitkilerde birçok yapısal ve işlevsel faaliyette rol oynamaktadır. Magnezyum ve mangana benzer etkiler gösterir. Oksin hormonunun sentezlenmesi, azot metabolizması ve tohumun olgunlaşmasında önemli roller üstlenir. Özellikle internodun uzaması için kritik öneme sahiptir (Boşgelmez ve ark., 2001; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley, 2009). Çinko eksikliği, genellikle bazik topraklarda veya çinko ihtiyacı yüksek bitkilerde görülür (Gardiner ve Miller, 2008). Eksiklik durumunda bitkide enzim aktiviteleri azalır, karbonhidrat, protein ve büyüme hormonlarının işlevleri bozulur. Klorofil miktarı azalır, yaprak damarlarında kloroz oluşur, sürgünler azalır, tomurcuk ve tohum sayısında düşüşler görülür (Plaster, 1992; Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010). Fazla çinko ise bitki kök ve yaprak

gelişimini olumsuz etkiler ve demir ile fosfor alımını azaltır, bu durum özellikle çinko maden yataklarına yakın bölgelerde yetişen bitkilerde belirgindir (Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

### **1.6.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Çinko Noksanlığı**

Çinko eksikliğinde bitkilerin boğum aralıkları daralır ve kısa kalır, bitki bodur bir görünüme bürünür. Yaşlı yaprakların kenarları yukarı doğru kıvrılabilir ve düzensiz sarımsı yeşil lekeler oluşur. Klorozlu alanlarda beyazımsı kahverengi nekrotik lezyonlar gelişir ve yaprak hızla kuruyarak ölür. Orta yapraklar küçüktür, koyu yeşil renkte ve kenarları hafif yukarı kıvrıktır. Yapraklar kalın ve kırılğan olur, ana damarlar ise bazen aşağı doğru kıvrılır. Yaprakların alt yüzeylerinde damar renkleri morumsu kahverengiye döner ve tüy yoğunluğu artarak yapraklara gümüşümsü gri yeşil bir renk verir (URL-2).

### **1.6.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Çinko Noksanlığı**

Karpuz yetiştiriciliğinde çinko noksanlığı, bitkilerde çeşitli fizyolojik ve morfolojik bozukluklara yol açar. Tipik belirtiler arasında küçülmüş ve daralmış yapraklar, rozetlenme ve yaprak yüzeyinde damar aralarında sarı mozaik lekeler bulunur. Çinko noksanlığı, özellikle fosfor fazlalığı nedeniyle ortaya çıkar ve yapraklarda kloroz, nekrotik lekeler ve bronzlaşma gibi belirtiler görülür. Sürgünlerde meyve tomurcuğu sayısı azalır veya tamamen yok olur, bitkiler bodurlaşır. Yapraklar kıvrık, kalın ve gevrek bir yapıdadır. Yaşlı yapraklarda menekşemsi kahve renk oluşur ve yaprak tüylülüğü artar, gümüşümsü gri yeşil bir renk sergilerler (URL-2).

### **1.6.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Çinko Noksanlığı**

Çinko eksikliği kavun bitkilerinde boğum aralarının daralmasına ve bitkinin bodur kalmasına neden olur. Yaşlı yapraklar kenarlarından yukarı kıvrılır, düzensiz sarı-yeşil lekeler gösterir ve zamanla kahverengi nekrotik lezyonlar oluşur. Orta yapraklar küçülür ve koyu yeşil olurken, ana damarlar bazen aşağı doğru kıvrılır. Yapraklar normalden kalın ve gevrek olur, alt yüzeylerde menekşe renkte damarlar belirebilir (URL-2).

### **1.6.4. Kabakta Yetiştiriciliğinde Çinko Noksanlığı**

Sürgünlerin orta veya uç kısımlarındaki yapraklarda sarı lekeler oluşur ve zamanla kurur. Boğum aralarında daralma ve bitkide bodurluk görülür. Yaprak boyu kısalmış, şekil bozuklukları meydana gelir ve bazı bitkilerde kayık yapraklar oluşur. Ayrıca, köklerde küçük şişkinlikler ve kılcal köklerin kök uçlarında toplanması gözlemlenir (URL-7).

## **1.7. Demir (Fe)**

Demir, fotosentez ve solunum gibi birçok reaksiyonda önemli bir rol oynar ve enzimleri aktive eder. Eksikliği durumunda, bitki büyümesi yavaşlar ve klorofil üretimi azalır (Boşgelmez ve ark., 2001; McCauley ve ark., 2009; Kacar ve Katkat, 2010). Demir noksanlığı genç yapraklarda sararma ve kahverengi nekrozlara neden olur (Aktaş ve Ateş, 1988; Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010). Magnezyum eksikliği yaşlı yapraklarda belirtiler gösterirken, demir eksikliği genç yapraklarda gözlenir (Kacar ve Katkat, 2010). Aşırı



demir, magnezyum, bakır, çinko ve mangan alımını azaltabilir (Boşgelmez ve ark., 2001).

### **1.7.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Demir Noksanlığı**

Hıyar bitkisinde demir noksanlığı, demirin etkilediği metabolik reaksiyonların bozulması ve büyüme ile klorofil sentezi için gerekli enerji transferinin kısıtlanmasından kaynaklanmaktadır. Demir noksanlığının belirtileri oldukça karakteristiktir ve tüm bitkilerde benzerlik gösterdiği için kolayca tanınabilir. Ancak, bazı durumlarda demir noksanlığı, özellikle çinko gibi diğer mikro besin elementlerinin eksikliği ile eş zamanlı olarak meydana gelebilir, bu da tanıyı zorlaştırır. Yaprak analizleri önemli ipuçları sağlasa da, demir noksanlığının kesin teşhisinde tek başına yeterli olmayabilir (URL-2).

### **1.7.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Demir Noksanlığı**

Demir noksanlığı, bitkilerde metabolik reaksiyonların bozulmasına, büyüme ve klorofil sentezi için gerekli olan enerji transferinin kısıtlanmasına neden olur. Karpuz gibi bitkilerde bu belirtiler oldukça tipiktir ve kolayca tanınabilir. Ancak, diğer mikro besin elementlerinin, özellikle çinkonun eksikliği ile birlikte görülebilir, bu da tanıyı zorlaştırır. Türkiye'nin toprakları genellikle kurak ve yarı kurak iklim koşullarında oluşmuş, kireçli ve yüksek pH'lı topraklardır. Bu nedenle, Türkiye'de demir noksanlığı yaygındır ve diğer mikro besin elementlerine göre giderilmesi daha zordur (URL-2).

### **1.7.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Demir Noksanlığı**

Demir noksanlığının karakteristik belirtileri, demirin metabolik reaksiyonları ve enerji transferini bozmasından kaynaklanır. Bu belirtiler tüm bitkilerde benzerdir ve tanınması kolaydır. Ancak, demir eksikliği genellikle diğer mikro besin elementleri (özellikle çinko) eksiklikleriyle birlikte görülür ve bu tanıyı zorlaştırır. Yaprak analizleri önemli ipuçları sağlar ancak kesin bir teşhis yöntemi değildir. Topraktaki karbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), demirin alımını kısıtlar; bu, kötü havalandırma koşullarında yüksek karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) seviyeleriyle oluşur. Ayrıca, yüksek pH'lı kireçli topraklarda da görülür. Bu nedenle, toprak pH'ını yükselten aşırı kireçleme "kireç kaynaklı demir klorozu" olarak bilinen duruma neden olabilir (URL-2).

### **1.7.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Demir Noksanlığı**

Balkabağı bitkilerindeki demir eksikliği, önemli büyüme sorunlarına yol açabilir ve bu sorunlar, bitkinin genel sağlık ve verimini ciddi şekilde etkileyebilir. Bu eksiklik genellikle, yüksek pH seviyelerine sahip alkali toprak koşulları veya yetersiz toprak nemi nedeniyle meydana gelir. Demir, bitkiler için hayati öneme sahip bir mikro besin maddesidir ve eksikliği, fotosentez sürecinde önemli aksaklıklara neden olabilir. Bu eksikliğin belirtileri arasında, yaprakların damarlar arasında sararması (damarlar arası kloroz) öne çıkar. Bu durum, bitkinin yeterince klorofil üretememesi nedeniyle ortaya çıkar ve sonuç olarak yapraklar, sağlıklı yeşil renklerini kaybeder. İlerleyen aşamalarda,

etkilenmiş yaprakların kenarlarında yanıklar da görülebilir, bu da bitkinin maruz kaldığı stresi daha da artırır. (URL-7).



Şekil 6. Hıyarda Demir Noksanlığı (URL-15. 2024)

### 1.8. Mangan (Mn)

Mangan, enzimlerin aktivasyonunu sağlarken bazı enzimlerin yapısına katılır. Bitkilerde klorofil oluşumu, fotosentez, mineral absorpsiyonu, azot metabolizması ve tohum çimlenmesi gibi süreçlerde etkilidir (Plaster, 1992; Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Gardiner ve Miller, 2008; Kacar ve Katkat, 2010). Eksikliğinde genç yapraklarda damar sararması ve dikotiledon bitkilerde sarı benekler görülür (Plaster, 1992; Aktaş ve Ateş, 1998; Mengel ve Kirkby, 2001; McCauley ve ark., 2009; Kacar ve Katkat, 2010). Fazlalığında ise yaşlı yapraklarda kahverengi lekeler ve mantarlaşma olur, bitki büyümesi yavaşlar ve bazı mineral eksiklikleri oluşur (Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

### **1.8.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Mangan Noksanlığı**

Hıyar bitkileri mangan eksikliğine karşı duyarlıdır ve bu eksiklik yapraklarda ağ şeklinde yeşilimsi sarı veya tamamen sarı kloroz olarak belirir. Başlangıçta en ince damarlar yeşil kalırken, ilerleyen evrelerde ana damarlar hariç tüm yaprak sararır ve kahverengi lekeler oluşur. Uç yapraklar neredeyse tamamen beyazlaşır, büyüme geriler ve yeni yapraklar küçük kalır. Mangan eksikliğini gidermek için gübre çeşidi ve miktarı toprak analizi sonuçlarına göre belirlenmelidir. Genellikle ilk meyvelerin görülmesinden itibaren üst gübrelemeye başlanması uygundur (URL-2).

### **1.8.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Mangan Noksanlığı**

Mangan eksikliği karpuz yetiştiriciliğinde bazı yapraklarda klorotik beneklenmelerle kendini gösterir. Yaprak kenarlarında soluk, sulu lekeler ve şiddetli durumda kahverengi nekrotikler oluşabilir. Saplarda ise morumsu-kahverengi lekeler görülebilir. Bu eksiklik genellikle kumlu ya da yüksek pH değerine sahip topraklarda geçici olarak ortaya çıkar ve mikro besin spreleriyle giderilebilir. Organik ve kumlu topraklar, yüksek pH, soğuk ve ıslak dönemler de bu eksikliğe yol açabilir. Mangan, klorofil oluşumu, oksit indirgeme ve protein sentezi için önemlidir. Eksikliğinde yapraklarda ağ şeklinde kloroz ve kahverengi lekeler meydana gelir, uç yapraklar ise neredeyse tamamen beyaz olur (URL-2).

### **1.8.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Mangan Noksanlığı**

Kavun yetiştiriciliğinde mangan eksikliği, olgun yapraklarda interveinal klorotik beneklenme ile kendini gösterir. Yakından incelendiğinde, yaprak kenarlarına doğru ince kahverengi kenarlı soluk, sulu lekeler fark edilir. Şiddetli eksiklikte, yaprak yüzeyinde kahverengi nekrotik bölgeler oluşur ve yaprak sapında morumsu-kahverengi lekeler görülebilir. Mangan eksikliği, yüksek pH'lı kumlu veya bezelye topraklarında geçici olarak ortaya çıkabilir ve mikro besin spreylere ile giderilebilir. Organik topraklarda, kumlu topraklarda, yüksek pH, soğuk ve ıslak dönemlerde, kabarık topraklarda da mangan eksikliği görülür. Mangan, hücrelerde klorofil oluşumu, oksit indirgemesi, protein sentezi ve metabolizması için önemlidir (URL-2).

### **1.8.4. Kabak Yetiştiriciliğinde Mangan Noksanlığı**

Mangan eksikliği, kabak bitkisinde fotosentez, enzim aktivasyonu ve azot metabolizması süreçleri için kritik bir unsur olan mangan elementine duyulan gereksinimle ilgilidir. Yetersiz toprak mangan seviyeleri veya yüksek toprak pH değeri, bitkinin bu elementi yeterince almasını engelleyebilir. Mangan eksikliğinin belirtileri, başlangıçta soluk yeşil ila sarı benekli yapraklar olarak ortaya çıkar ve ilerleyen aşamalarda bu yapraklar beyaz veya gri nekrotik lekelerle dönüşebilir (URL-7).



Şekil 7. Hıyarda Mangan Noksanlığı (URL-16. 2024)

## 1.9. Bor (B)

Bor elementi, bitki hücre duvarlarının oluşumu ve dokuların yenilenmesi gibi birçok işlevi yerine getirir. Ayrıca dehidrogenaz enzimlerinin aktivasyonu ve karbonhidrat biyosentezi üzerinde etkilidir. Şekerlerin taşınmasında rol oynar (Plaster, 1992; Boşgelmez ve ark., 2001; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley ve ark., 2009). Bor eksikliği genç yapraklarda kloroz ve terminal tomurcukların ölümü gibi belirtilere neden olur (Boşgelmez ve ark., 2001; McCauley ve ark., 2009; Kacar ve Katkat, 2010). Yüksek seviyeleri ise yapraklarda sararma ve nekroz gibi toksik etkilere yol açar (Kacar ve Katkat, 2010).

### 1.9.1. Hıyar Yetiştiriciliğinde Bor Noksanlığı

Hıyar bitkisinde bor eksikliği, büyüme noktalarının ölümüne yol açar. Genç yapraklar grimsi kahverengi renk alır, içe doğru kıvrılır ve hızla ölür. Yaşlı yapraklar ise kloroz belirtileri gösterir. Boğum aralarının kısalması nedeniyle bitki boyu normalden daha kısa olur. Bor elementi, oksidasyon ve fotosentez süreçlerini aktive eder. Bor eksikliği,

yapraklardan asimilatların hareketini bozar, fotosentez sürecini yavaşlatır, bitkilerin çiçeklenmesini ve gübrenmesini olumsuz etkiler; boş çiçeklerin oluşumuna ve bazen yumurtalıkların düşmesine neden olur. Tohum verimi de bu durumdan etkilenecek düşer (URL-2).

### **1.9.2. Karpuz Yetiştiriciliğinde Bor Noksanlığı**

Karpuz yetiştiriciliğinde bor eksikliği ciddi sorunlara yol açar. Bu eksiklik, büyüme noktalarının gerilemesine neden olur ve çiçeklenme ile meyve tutumu zayıflar. Meyveler, zayıf bir cilt kaplamasıyla bozulur ve içi boşluklu hale gelir. Bor eksikliği genellikle, toprak neminin çok yüksek olduğu veya pH seviyesinin yüksek olduğu koşullarda ortaya çıkar. Ayrıca, kumlu topraklarda, alkali topraklarda, organik maddesi az topraklarda, yüksek azot ve kalsiyum seviyelerinde, soğuk ve ıslak havalarda veya kuraklık dönemlerinde de bor eksikliği görülür. Bor, kalsiyum ile birlikte bitki dokularının stabilizasyonunda ve bitki ile mahsul dayanıklılığının artırılmasında önemli bir rol oynar. Ürün kalitesinin ve veriminin artması için karpuzların bor gereksinimi doğru bir şekilde karşılanmalıdır. Bor eksikliği yaşayan karpuzlarda, genç yapraklar grimsi kahverengi bir renk alarak içe doğru kıvrılır ve hızla ölürler. Yaşlı yapraklar ise klorozlu hale gelir. Boğum araları kısaldığından bitki boyu da normalden kısa olur (URL-2).

### **1.9.3. Kavun Yetiştiriciliğinde Bor Noksanlığı**

Kavun yetiştiriciliğinde bor eksikliği yaşandığında, genç yapraklar normalden küçük ve kıvrık olabilir. Sararma, damarlar arasındaki kenardan merkeze doğru ilerler. En genç yapraklar nekrotik belirtiler

gösterir. Düşük hücre gücü nedeniyle saplar çatlayabilir. Gövde aralıkları kısaldıkça bitkiler bodur hale gelir ve büyüme noktaları geri çekilir. Çiçeklenme ve meyve tutumu kötülebilir. Meyveler, zayıf bir cilt kaplaması ile bozulur ve meyve içi boşluğu daha yaygın hale gelir. Bor eksikliği genellikle toprak nem içeriğinin çok yüksek olduğu veya yüksek pH koşullarında ortaya çıkar. Kumlu ve alkali topraklarda, organik madde miktarının düşük olduğu zeminlerde, yüksek azot seviyelerinde, yüksek kalsiyum seviyelerinde, soğuk ve ıslak hava şartlarında ve kuraklık dönemlerinde bor eksikliği daha da kötülebilir. Bor, kalsiyum ile birlikte bitki dokularının stabilizasyonunda ve bitki ile mahsul mukavemetinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar. Artan ürün kalitesi ve verimi için meyvelerin bor ihtiyacı karşılanmalıdır (URL-2).



**Şekil 8.** Kabakta Bor Noksanlığı (URL- 17. 2024)

Toprak yapısının fiziksel özellikleri ve organik madde içeriği, kabakgillerin besin alımını doğrudan etkiler. Organik madde, topraktaki besinlerin yavaş ve sürekli bir şekilde serbest kalmasını sağlayarak bitkilerin ihtiyaç duydukları besinleri düzenli bir şekilde



almasına yardımcı olur. Aynı zamanda, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve faydalı mikroorganizmaların aktivitesini destekler (Üzal ve ark., 2020). Kabakgillerin kök sistemi gevşek, iyi drene olan topraklarda daha etkin çalışır ve bu da besin alımını optimize eder (Güngör ve Balkaya, 2015; Doğan ve ark., 2024).

Kabakgillerin (*Cucurbitaceae*) besin ihtiyaçları, gelişim dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Fide gelişimi döneminde azot (N), nitrat formunda verilmesi durumunda büyümeyi destekleyen en önemli besin maddesi olup, fosfor (P) kök ve gövde gelişimi için kritik öneme sahiptir. Bu dönemde potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) ise hücre bölünmesi ve dokuların güçlenmesi için gereklidir. Çiçeklenme ve meyve bağlama döneminde, azot alımı hızla artmakta, bu dönemin sonunda azalma göstermektedir. Bu dönemde fosfor ve potasyum, çiçeklenme ve meyve tutumu için en yüksek seviyede ihtiyaç duyulan besinlerdir. Potasyum meyve tutumu ve çiçek kalitesi üzerinde olumlu etkiler sağlarken, kalsiyum ise meyve sertliğini ve depolama dayanıklılığını artırmaktadır. Meyve gelişimi ve olgunlaşma döneminde azot ihtiyacı azalmakta ve fazla azotun meyve kalitesini olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir. Potasyum, meyve tat ve aroma kalitesini artırırken, fosfor verimi desteklemektedir. Hasat öncesi dönemde azot uygulamasının azaltılması veya tamamen kesilmesi önerilmekte, bu besin desteğinin hasattan yaklaşık 10 gün önce kesilmesi meyve olgunlaşmasını destekleyerek kaliteyi artırmaktadır (Nerson, 2008; Selli ve ark, 2022). Kabakgillerin besin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların yönetimi hem verimi hem de ürün

kalitesini doğrudan etkiler. Doğru zamanda, doğru miktarda ve dengeli bir şekilde uygulanan gübreleme, kabakgillerin verim potansiyelini maksimize ederken, bitkilerin çevresel streslere karşı dayanıklılığını artırır (Grumet ve ark., 2021; Wan Shafiin ve ark., 2021). Toprak analizi ve dönemsel gübreleme planlaması ile hem ekonomik hem de çevresel açıdan sürdürülebilir bir tarım yapılabilir.

## **2. KABAKGİLLERDE GÜBRELEME**

Gübreleme gereksinimleri, kabakgil türlerinin genel özellikleri ile uyumlu bir şekilde benzerlik gösterir. Sonbahar döneminde dekara 4-6 ton yanmış ahır gübresi uygulanarak toprağın derinlemesine işlenmesi ve böylece organik madde içeriğinin artırılması sağlanmalıdır. Bu uygulamanın ardından toprağın, bitki besin elementleri açısından zenginleşmesi amacıyla, dekara 11 kg gübre eklenmesi önerilmektedir.

### **2.1. Kabak (*Cucurbita spp.*)’ta Gübreleme ve Yapılan Çalışmalar**

Kışlık kabaklar, potasyum açısından zengin bitkilerdir ve bu nedenle topraktan yüksek miktarda potasyum (K) alımı gerçekleştirirler. Kışlık kabak yetiştiriciliğinde, dekara 90 kg K<sub>2</sub>O gübresi verilmesi tavsiye edilmektedir. Bu miktar, bitkinin optimum potasyum gereksinimlerini karşılayarak verimliliği artırır. Yazlık kabaklarda ise, azot (N) uygulamasının yarısının tohum ekiminde, kalan yarısının ise bitkilerin 4-6 gerçek yapraklı oldukları dönemde verilmesi uygundur. Bu uygulama, bitkinin azot ihtiyacının vejetatif gelişim evresinde karşılanmasını sağlar. Kışlık kabaklarda da benzer bir azot gübreleme stratejisi izlenir. Azotun yarısı tohum ekimi ile birlikte uygulanırken,

kalan kısmı bitkilerin kol atıp yayılmaya başlamalarıyla ve ilk dış çiçeklerin görülüp meyve tutumu esnasında verilmelidir. Bu dönemde uygulanan azot, bitkinin generatif gelişim evresinde ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin sağlanmasına yardımcı olur. Bu gübreleme stratejileri, kabakgil bitkilerinin besin elementi gereksinimlerinin optimal düzeyde karşılanması amacıyla yapılmakta olup, bitki büyümesi ve veriminin artırılmasında kritik bir rol oynar. Ayrıca, doğru gübreleme uygulamaları, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin korunmasına katkıda bulunarak, sürdürülebilir tarım uygulamalarının temelini oluşturmaktadır (şark ve ark, 2008).

Mwaura ve ark., (2021)'nin azot, malç ve gibberellik asidin çok amaçlı kabak (*Cucurbita moschata Duchesne*) meyve kalitesi üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, tesadüfi tam blok tasarımında bölünmüş parseller şeklinde düzenlenmiş ve üç kez tekrarlanmıştır. Denemede, azot (N) (0, 50, 100 ve 150 kg N/ha), malç (malçsız, siyah boyalı ve boyasız pirinç samanları) ve gibberellik asit (0 mg/L, 40 mg/L ve 80 mg/L) uygulamaları sırasıyla ana parseller, bölünmüş parseller ve alt parseller olarak belirlenmiştir. Azot gübresi uygulaması, ikinci sezonda meyve büyüklüğü ( $p=0.013$ ), birinci ve ikinci sezonda meyve eti kalınlığı (sırasıyla  $p=0.002$  ve  $p=0.04$ ) ve ikinci sezonda üst ( $p=0.02$ ) ve alt ( $p=0.009$ ) meyve sertliği üzerinde önemli etkiler göstermiştir. 150 kg N/ha azot ve siyah boyalı malç uygulaması, sırasıyla 2172 cm<sup>2</sup> ve 2199 cm<sup>2</sup> meyve büyüklüğü ve 3.387 cm ve 3.856 cm meyve eti kalınlığı ile diğer uygulamalardan daha yüksek sonuçlar vermiştir. Gibberellik asidin çok amaçlı kabakların meyve büyüklüğü, et kalınlığı

ve sertliği üzerindeki etkisi her iki sezonda da önemsiz bulunmuştur. Bu bulgular, 150 kg N/ha azot ve siyah boyalı malç uygulamasının çiftçilere en iyi meyve kalitesini sağlayacağını, gibberellik asit uygulamasının ise mutlaka faydalı getirilerle sonuçlanmayabileceğini göstermektedir.

Khandaker ve ark., (2022)'nin Organik gübrelemenin kabak (*Cucurbita moschata*) bitkisinin morfo-fizyolojisi, büyüme indeksleri ve meyve vermesi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bir saha çalışmada; Kabak fideleri çoklu torbalarda yetiştirilmiş ve gübresiz (kontrol), inek gübresi, keçi gübresi, kanatlı gübresi, vermikompost, kompost ve inorganik gübre (NPK) ile edilmiştir. Sonuçlar, kümes hayvanı gübresi ve inek gübresi uygulamalarının kabak bitkilerinin asma uzunluğunu, yaprak sayısını, yaprak alanını ve yaprak kuru ağırlığını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Kanatlı gübresi uygulaması mutlak büyüme oranını (AGR), nispi büyüme oranını (RGR), yaprak alanı indeksini (LAI), yaprak alanı oranını (LAR), yaprak alanı süresini (LAD) ve taze bitki biyokütlesini kontrol bitkilerine göre sırasıyla % 345, % 287, % 770, % 384, % 415 ve % 1139 oranında artırmıştır. Kümes hayvanı gübresi uygulaması ayrıca boğum arası uzunluğunu artırmış ve çiçeklenmeyi kontrole göre daha erken başlatmıştır. Yaprak sapı uzunluğu, stoma iletkenliği ve klorofil içeriği, kontrol grubuna kıyasla NPK uygulamasıyla 5,59, 1,49 ve 1,41 kat daha yüksekti. Ayrıca, kanatlı gübresi uygulaması dişi çiçek sayısı, erkek-dişi çiçek oranı, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve çevresi, meyve uzunluğu ve meyve eti kalınlığını kontrol bitkilerine göre sırasıyla

%350, %30, %300, %100, %80, %80, %67 ve %105 oranında artırmıştır. Bu çalışmadan, kümes hayvanı gübresi uygulamasının balkabağının vejetatif ve reprodüktif büyümesini, bitki fizyolojisini, meyve vermesini ve kalitesini arttırdığı sonucuna varılabilir.

Budak ve Güneş (2023), farklı doz ve sürelerde uygulanan potasyumun kabak çekirdeği (*Cucurbita pepo* L.) verim ve besin içeriği üzerindeki etkilerini araştırıldığı çalışmada, tarla koşullarında yürütülmüş ve ekimden sonra potasyum sülfat, potasyum nitrat ve potasyum klorür olmak üzere üç farklı kaynaktan 0, 10 ve 20 kg/da K<sub>2</sub>O potasyum gübresi kullanılmıştır. İkinci farklı uygulama ise hasattan 40 gün önce yapraktan 0, 2 ve 4 kg/da K<sub>2</sub>O potasyum sülfat, potasyum nitrat ve potasyum klorür olmak üzere üç farklı potasyum gübre kaynağı ile uygulanmıştır. Bu uygulama iki aşamada gerçekleştirilmiştir: İlk uygulama hasattan 40 gün önce, ikinci uygulama ise hasattan 15 gün önce yapılmıştır. Bitkilerin vejetasyon dönemi sonunda, bitkiler hasat edilmiş ve meyve içindeki tohumlar çıkarılmıştır. Bu çalışmada, potasyumlu gübre uygulamaları sonucunda kontrol grubuna kıyasla verim ve besin içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlenmiştir. En yüksek tohum verimi, ekimden sonra 20 kg/da potasyum sülfat (279.0 kg/da) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük tohum verimi ise kontrol grubundan (151.0 kg/da) elde edilmiştir. En yüksek tohum potasyum içeriği, hasattan 40 gün önce 2 kg/da potasyum sülfat uygulaması ile elde edilmiştir (8400 mg/kg). PCA analizi sonucunda, potasyum sülfat ve potasyum nitrat

uygulamalarının kabak bitkisine önemli derecede verim artışı sağladığı belirlenmiştir.

Vanessa ve ark., 2024' te Gübrelere verim, fitokimyasallar ve antioksidanlar üzerine etkisi bal kabağı (*Cucurbita moschata*) meyvelerinin özellikleri ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, kabaklar 10 kg/25 m<sup>2</sup> kül, 62,5 kg/25 m<sup>2</sup> sığır kompostu ve 1:1 kül ve sığır kompostu karışımı kullanılarak gübrelenmiştir. Negatif kontrol (gübresiz) ve pozitif kontrol (2 kg/25 m<sup>2</sup> 'de NPK 20-10-10) dahil edilmiştir. Hasat sonrası verim, karotenoidler, fenolik bileşikler, flavonoidler ve antioksidan aktiviteler değerlendirilmiştir. Kül gübresi bitki başına en yüksek meyve sayısı ile sonuçlanmıştır (2.20 ± 0.16). Flavonoidler bakımından, sığır kompostu en yüksek seviyeyi vermiştir (428.67 ± 2.62 mg/100 g yenilebilir kısım). Kül ve sığır kompostu karışımı en yüksek toplam karotenoid, β-karoten, likopen ve toplam fenolik bileşik içeriğine sahip meyveleri üretmiştir (sırasıyla 249,7 ± 3,68, 219,80 ± 3,41, 26,07 ± 0,41 ve 575,00 ± 9,95 mg/100 g yenilebilir kısım). Bu araştırma, kül ve büyükbaş hayvan gübresi karışımının kullanılmasının kabak verimini, fitokimyasal ve antioksidan potansiyelini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir.

Hassan ve ark., 2024 yılında mineral ve biyo azotlu gübre ile bazı büyüme uyarıcılarının yapraktan uygulanmasının kabak bitkisinin büyüme, verim ve kalitesi üzerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada; Deneme kapsamında 16 farklı uygulama yapılmış olup, bu uygulamalar dört farklı mineral-N gübresi (T1- %100 Önerilen Azot Dozu (RDN), T2- %80 RDN + Biyo gübre, T3- %60 RDN + Biyo gübre

ve T4- %40 RDN + Biyo gübre) ve dört farklı yaprak spreyi uygulaması (3 g/l potasyum sitrat, 2 g/l deniz yosunu ekstraktı ve 2 g/l kalsiyum asetat, su ile karşılaştırmalı olarak) içermektedir. Bu deneysel düzenlemede, uygulamalar tam rastgele blok tasarımında bölünmüş parseller halinde düzenlenmiş ve üç kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar, biyo gübre eklenmesi ve mineral uygulama oranının önerilen dozun %20'si kadar azaltılmasının, %40 RDN + Biyo gübre ile karşılaştırıldığında, iki sezon boyunca en yüksek vejetatif büyüme özelliklerini ve meyve verim özelliklerini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Özellikle, bitkilere 2 g/l deniz yosunu ekstraktı (SWE) püskürtülmesi, bu özellikler açısından en yüksek anlamlı değerleri vermiştir. Etkileşimin etkisine gelince, sonuçlar, kabak bitkilerinin %80 RDN + Biyo gübre ile gübrelenmesi ve bitkilerin 2 g/l deniz yosunu ekstraktı ile üç kez yapraktan püskürtülmesinin, belirlenen vejetatif büyüme ve meyve verimi ile kalite özelliklerinin en yüksek değerlerini sağladığını ortaya koymuştur.

## **2.2. Karpuz (*Citrullus lanatus*)'ta Gübreleme ve Yapılan Çalışmalar**

Karpuz organik maddece zengin toprakları tercih etmektedir. Bu nedenle, kum oranı yüksek topraklarda 5-6 ton/da, killi-tın topraklarda ise toprağın organik madde içeriğine bağlı olarak 3-4 ton/da yanmış çiftlik gübresi uygulanması, bitki gelişimi için olumlu sonuçlar vermektedir. Yüksek organik madde içeriği, toprak yapısını iyileştirerek kök gelişimini teşvik eder ve bitkilerin besin elementi alımını artırır. Bu amaçla, tavuk ve güvercin gübresi de kullanılabilir.

Organik gübreler, toprağın su tutma kapasitesini artırarak bitki su stresini azaltır ve mikrobiyal aktiviteyi teşvik eder. Karpuz yetiştiriciliğinde, çiftlik gübresine ilave olarak, 12-15 kg/da azot (N), 10-12 kg/da fosfor pentoksit ( $P_2O_5$ ) ve 20-25 kg/da potasyum oksit ( $K_2O$ ) uygulanması, verim açısından faydalı olmaktadır. Azot, bitkilerin protein sentezi ve büyümesi için kritik bir elementtir. Fosfor, enerji transferi ve kök gelişimi için gereklidir. Potasyum ise osmoregülasyon ve hastalık direnci gibi fonksiyonları destekler. Ancak, uygulanacak gübre miktarları, daima toprak analiz sonuçlarına göre belirlenmelidir. Toprak analizleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin hangi seviyelerde bulunduğunu ve eksikliklerini ortaya koyarak daha bilinçli gübreleme stratejileri geliştirilmesini sağlar. Azot uygulamaları, bitkilerin farklı büyüme evrelerine göre dikkatle planlanmalıdır. Bitkilere verilecek azotun yarısı, meyve bağlama döneminde, bitkiler kol atıp sıra aralarını kapatmadan önce, şerbet veya üst gübre olarak verilmelidir. Bu aşama, bitkilerin hızlı büyüme ve meyve gelişimi için ihtiyaç duydukları besin elementlerini almalarını sağlar. Gübreleme uygulamalarının doğru zamanlaması, bitki sağlığı ve verimi üzerinde kritik öneme sahiptir (şark ve ark., 2008). Bu gübreleme stratejileri, karpuz bitkilerinin optimum büyüme koşullarını sağlamak ve yüksek verim elde etmek amacıyla yapılmaktadır. Doğru gübreleme uygulamaları, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyarak, sürdürülebilir tarım uygulamalarının temelini oluşturur.

Bayram ve ark., (2021)'nin gerçekleştirdiği çalışma, çiftlik gübresini, vermikompost ve bitki büyüme düzenleyicilerinin karpuz meyvesi



verimi ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini ile yaptıkları Çalışma kapsamında kontrol grubuyla karşılaştırmak üzere çiftlik gübresi, vermikompost ve üç farklı bitki büyüme düzenleyicisi (Crop-Set, Endoroots ve ISR-2000) kullanılmıştır. Uygulama dozları sırasıyla; vermikompost için 150 kg, çiftlik gübresi için 2 ton, Endoroots için 250 g, ISR-2000 için 60 cc ve Crop-Set için 90 cc da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En yüksek verim, Endoroots uygulamasıyla elde edilen 11.630 ton da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Meyve ağırlıkları 2,93 kg (kontrol) ile 5,01 kg arasında değişmiştir. Vermikompost uygulamasının meyve ağırlığı, meyve genişliği, meyve yüksekliği ve fenolik içerikler açısından daha yüksek sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) miktarı, Endoroots uygulaması için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En yüksek sonuçlar Endoroots ve vermikompost uygulamalarından elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, Endoroots (278 g da<sup>-1</sup>) ve vermikompost (150 kg da<sup>-1</sup>) gübrelerinin karpuz yetiştiriciliği için faydalı uygulamalar olduğu belirlenmiştir.

Ndreyimana ve ark., (2021)'nin Ruanda'da karpuz (*Citrullus lanatus* Thunb.) çeşitlerinin çeşitli gübre oranlarına verim tepkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, dört karpuz çeşidinin verim performansı değerlendirilmiştir: 'Sugar Baby', 'Crimson Sweet', 'Sukari F1' ve 'Julie F1' dört farklı NPK gübre oranı altında: %50, %75, %100 ve %125 önerilen dozun (RD) (%90:60:60 kg ha<sup>-1</sup> Azot (N): Fosfor (P): Potasyum (K). Deney, ana parsellerde çeşitler, alt parsellerde gübre ve üç tekrarlı ile bölünmüş parseller tasarımıyla düzenlenmiştir. İki sezonda yürütülmüştür: 2017A ve 2017B, iki sahada; Karama ve

Rubona. Her iki sahada ve her iki sezonda da bitki başına daha yüksek meyve sayısı (5,1-5,8) 'Julie F1' + %75 veya %100 RD ile elde edilmiş, bunu 'Sukari F1' + %100 RD ve açık tozlaşmalı çeşit 'Julie F1' ve 'Sukari F1' ile %125 RD'nin altında daha yüksek meyve ağırlığı (4,4-5 kg) elde edilmiştir. 'Julie F1' ekilen ve %75 veya %100 RD ile muamele edilen parsellerde bitki başına daha yüksek meyve verimi (20,9-27,5 kg) ve hektar başına daha yüksek meyve verimi (104,2-137,3 t) kaydedilmiştir. Bu sonuçlardan, çalışma alanında karpuzun yüksek verim performansının, önerilen NPK gübre dozunun %75'inin (67,5: 45: 45 kg ha<sup>-1</sup>) kullanıldığı 'Julie F1' ile elde edilebileceği sonucuna varılabilir.

Yakubu ve ark., (2021)'nin nijerya güney gine savanındaki karpuzun (*Citrullus lanatus linn.*) büyümesi ve meyve verimi üzerine azot ve fosforlu gübrelerin etkileri ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, Rastgele Tam Blok Tasarımında (RCBD) düzenlenen 4 x 4 faktöriyeldi.) 0, 30, 60 ve 90 kg/ha ile 0, 10, 20 ve 30 kg/ha'da dört seviye azot (N) ve fosfor (P) gübresi toplam 16 uygulama kombinasyonunda birleştirildi. Kullanılan çeşit, erken olgunlaşan (ekimden 70 ila 75 gün sonra) Sugar Baby çeşittir. Farklı gübre seviyeleri ekimden üç hafta sonra uygulandı. Sonuçlar, asma uzunluğunun ve yan dal sayısının çalışma alanında N ve P uygulamasından önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Her iki sahada da düşük N ve P uygulanan parsellerle karşılaştırıldığında, daha yüksek N ve P uygulanan parsellerden daha fazla sayıda pazarlanabilir meyve elde edilmiştir. Gübre uygulaması asmada önemli uzama

sağladı, daha fazla yan dal üretti, önemli ölçüde daha fazla pazarlanabilir meyve üretti ve tohum verimini ve karpuzun genel performansını artırdı.

Dalorima ve ark. (2022)' nin farklı organik gübrelerden etkilenen iki karpuz çeşidinin (*Citrullus lanatus*) vejetatif büyümesi ve verimi ilgili yaptıkları çalışmada, çeşitli organik gübre türlerinin (inek gübresi, koyun gübresi, kümes hayvanı gübresi, keçi gübresi, balık atığı, solucan gübresi ve dolomit) iki karpuz çeşidinin büyümesi ve verimi üzerindeki etkisini karşılaştırmak için bir deney yapılmıştır. Toplam altmış dört (64) deneme saksısı CRD düzeninde ve sekiz organik gübrenin ana faktörler ve iki karpuz çeşidinin (V) alt faktörler olarak kullanıldığı faktöriyel tasarımda düzenlenmiş ve dört kez tekrarlanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, New Dragon (kırmızı etli) karpuz çeşidi, Golden Delight (sarı etli) karpuz çeşidine göre hem büyüme hem de verim özellikleri açısından daha yüksek sonuçlar kaydetmiştir. Morfolojik ve verim parametreleri arasındaki korelasyon analizi, verim parametrelerinin büyüme ve gelişme ile pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir. Kanatlı gübresi ile muamele edilen New Dragon karpuz çeşidinin en iyi sonuçları vermesi tavsiye edilmektedir.

### **2.3. Kavun (*Cucumis melo* L.)'da Gübreleme ve Yapılan Çalışmalar**

Kavunlar, tarımsal üretimde topraktan fazla besin maddesi çekmeyen bitki türleri arasında yer alır, ancak yüksek miktarda azot (N) tüketirler. Bu özellikleri nedeniyle, azot bakımından zengin çiftlik gübrelerini

özellikle severler. Tarım uygulamalarında, dekara 5-6 ton koyun veya keçi gübresi uygulanması, kavun bitkilerinde verimlilik açısından son derece olumlu sonuçlar verir. Kurak koşullarda gerçekleştirilen yetiştirmelerde, potasyum (K) gübrelerine ihtiyaç duyulmaz. Ancak sulamalı tarım yapıldığında, azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) içeren gübrelerin tümüne ihtiyaç duyulmaktadır. Gübreleme işlemi, serpme yöntemiyle yapılabileceği gibi, ocak usulü yetiştiricilikte her ocağa düşen gübre miktarının ocak hazırlığı esnasında toprağa karıştırılması veya sıra usulü yetiştiricilikte bitki sıralarının 10-12 cm kenarlarına ve tohumların altına gelecek şekilde uygulanması mümkündür. Genel olarak, su kullanılmadan yapılan kavun yetiştiriciliğinde, dekara 7-11 kg saf azot (N) ve 3-5.5 kg fosfor pentoksit ( $P_2O_5$ ) uygulaması yeterli olmaktadır. Ancak sulama yapıldığında, bu gübre miktarlarının artırılması ve mutlaka her üç makro elementin (N, P, K) de kullanılması gerekmektedir. Sulamalı tarımda, dekara 10-15 kg azot (N), 7.5 kg fosfor pentoksit ( $P_2O_5$ ) ve 15-20 kg potasyum oksit ( $K_2O$ ) gübreleme yapmak ideal sonuçlar vermektedir. Kullanılacak azot miktarının yarısı ekim öncesinde veya ekim esnasında, kalan yarısı ise bitkiler yayılıp sıra aralarını kapatmadan önce ve ilk meyve tutumu ile birlikte sulama suyu ile şerbet şeklinde veya üst gübreleme olarak verilmelidir. Bu uygulamalar, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini zamanında almasını sağlayarak, verim ve kaliteyi artırmaktadır (Şark ve ark., 2008).

Aluko ve ark., (2021)'nin değişen NPK 15-15-15 gübre uygulama oranlarının *Cucumis melo* L.'nin (misk kavunu) büyümesi ve verimi

üzerindeki etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, rastgele tam blok tasarımında kavunun değişen NPK 15-15-15 gübre oranlarına (0, 167, 333 ve 500 kg/ha<sup>-1</sup>) büyüme ve verim tepkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. NPK gübre oranları, vejetatif büyümeyi ve meyve verimini doğrusal olarak artırdı. Kavunun değişen NPK 15-15-15 oranlarına tepkisi iki mevsimde aynı eğilimi izledi ve gübre uygulaması çiçeklenmeye kadar geçen günü önemli ölçüde azalttı. 500 kg ha<sup>-1</sup> NPK 15-15-15 gübresi ha<sup>-1</sup>'de önemli oranda daha fazla meyve üretti, ancak 333 kg ha<sup>-1</sup> NPK 15-15-15 gübresi daha yüksek kalitede meyveler üretti ve daha yüksek meyve verimi (17,3 t ha<sup>-1</sup>) sağladı ve bu nedenle tavsiye edildi.

Candra, (2022)'nin sıvı organik gübrenin kavun (*Cucumis melo* L.) bitkisinin büyümesi ve üretimi üzerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, kavun büyümesini ve verimliliğini artırmak için kullanılan optimum inek idrarı konsantrasyonunu belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmada kullanılan yöntem, bir faktörlü Tam rastgele tasarım (CRD) olup, yani 6 seviyeli biyo idrar konsantrasyonu, yani B0 = %0 biyo idrar, B1 = %10 biyo idrar, B2 = %20 biyo idrar, B3 = %30 biyo idrar, B4 = %40 biyo idrar ve B5: 100 ml/bitki önerisinden %50 biyo idrar. Araştırma bulguları, inek idrarına biyo-sıvı organik gübre uygulamasının; bitki uzunluğu, gövde çapı, erkek çiçek sayısı ve en iyi yüzde 10 POC biyo-inek idrarına sahip dişi çiçek sayısı olmak üzere çeşitli parametrelerde artış sağladığını ortaya koydu.

Muhamad, (2023)'nin gübre kullanımının organik kavun bitkisinin kalitesine etkisi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, deneysel bir tasarım

kullanılmıştır. Bu çalışmadaki veriler, kavun bitkisi büyüme sonuçlarının kalitesini ölçen çeşitli parametrelerin gözlemlenmesi yoluyla toplanmıştır. Bu parametreler arasında çiçeklenme yaşı, hasat yaşı, sap çapı, bitki başına meyve ağırlığı, meyve eti kalınlığı ve tat testi yer almaktadır. Sonuçlar, Mutiara NPK gübresi ile Fortune sıvı organik gübre kullanımı arasındaki etkileşimin tüm gözlem parametreleri üzerinde önemli bir etki göstermediğini göstermiştir. Ancak, ayrı ayrı ele alındığında hem Mutiara NPK gübresi hem de Fortune sıvı organik gübrenin gözlem parametreleri üzerinde önemli bir etkisi olmuştur. Pearl NPK gübresi, çiçeklenme yaşı, hasat yaşı, gövde çapı, en geniş yaprak alanı, meyve çevresi, meyve başına meyve ağırlığı ve meyve eti kalınlığı gibi tüm gözlem parametrelerini önemli ölçüde etkiledi. En iyi uygulama, Pearl NPK bitki başına 5 gram uygulandığında gözlemlendi. Öte yandan, Fortune sıvı organik gübre kullanmanın ana faktörü, çiçeklenme yaşı, hasat yaşı ve en geniş yaprak alanı parametrelerini etkiledi. Sıvı organik gübre açısından en iyi uygulama, litre suya 8 ml Fortune uygulamasıydı.

Chim ve ark., (2024)'nın kalsiyumun kavun (*Cucumis melo* L.) büyümesi üzerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, amaçları: 1. Svay Rieng eyaleti koşullarında kalsiyumlu kavun çeşitlerinin büyümesini karşılaştırmak, 2. ek aşamada kavun verimi üzerinde uygun kalsiyum gübresi seviyesini incelemek ve 3. beş kavun çeşidinin meyve kalitesini incelemek. Deney, Svay Rieng Üniversitesi Tarım İstasyonunda toplam 80 parsel eşdeğer 4 tekrarlı ve 20 uygulama ile Randomize Tam Blok Tasarıma (RTBT) göre düzenlenmiştir.

Sonuçlar, kalsiyum gübresinin uygulanması ve 7 günde bir yaprak püskürtme işleminin kavun bitkilerinin en yüksek büyümesiyle sonuçlandığını göstermiştir. Farklı çeşitlerin kullanımı, V4 (Lady Green = 547) ve V2 (Lady Gold = 518) kavun çeşitlerinin en yüksek sayıda tohum aldığını göstermiştir. Dolayısıyla özetle, 5 kavun çeşidinin 4 seviyede kalsiyum gübresiyle büyümesi karşılaştırıldığında, sonuçlar kalsiyum gübresi ve yaprak spreyinin her 4 günde bir, her 7 günde bir uygulanmasının kavun mahsulünü sağladığını göstermiştir. Büyüme, verim ve meyve kalitesi mükemmeldir. Farklı çeşitlerin kullanımı, yalnızca V4, V1 ve V2 kavun çeşitlerinin en iyi olduğunu göstermiştir.

Akram ve ark., (2024)'nın organik gübre ve inorganik gübrelerin kavun (*Cucumis melo* L.) büyümesi, verimi ve kalitesi üzerindeki etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, Entegre besin yönetiminden oluşan uygulamalar, T1: Kontrol (RDF), T2: %75 RDF + %25 FYM + Azotobactor 2 kg/ha, T3: %50 RDF + %50 FYM + Azotobactor 2 kg/ha, T4: %75 RDF + %25 Solucan Gübresi + Azotobactor 2 kg/ha, T5: %50 RDF + %50 Solucan Gübresi + Azotobactor 2 kg/ha, T6: %75 RDF + %25 FYM + Azotobactor 2 kg/ha + Biyo-Kapsüller, T7: %50 RDF + %50 FYM + Azotobactor 2 kg/ha + Biyo-Kapsüller, T8: %75 RDF + %25 Solucan Gübresi + Azotobactor 2 kg/ha + biyo-kapsüller, T9: %50 RDF + %50 Vermikompost + Azotobactor 2 kg/ha + Bio-Kapsüller uygulaması, üç tekrarlamalı konsept ile randomize blok tasarımında değerlendirildi. Bu uygulamalar arasında T9'un çimlenme yüzdesi büyüme parametresi ve verim parametreleri açısından en iyi

olduğu bulundu. T9 için maliyet oranına göre fayda da en yüksek olduğu bulundu.

#### **2.4. Hıyar (*Cucumis sativus*)’da Gübreleme ve Yapılan Çalışmalar**

Hıyar, organik gübreleri tercih eden bir bitkidir. Bu nedenle, tohum ekiminden 1-2 ay önce dekara 4-6 ton iyi yanmış çiftlik gübresi uygulanması olumlu sonuçlar vermektedir. Yeterli miktarda iyi yanmış çiftlik gübresi temin edilebildiğinde, ocak usulü ekimin yapıldığı durumlarda ekim esnasında da kullanılabilir. Ege Bölgesi'nde yapılan yetiştiricilikte, organik gübreye ek olarak dekara 5-10 kg N (azot), 8-10 kg P (fosfor), 10-15 kg K (potasyum), 4-6 kg Ca (kalsiyum) ve 5 kg Mg (magnezyum) uygulanması faydalıdır. Hıyarlara magnezyum verilmesi, meyve kalitesini artırmakta ve plasental boşlukların oluşumunu önlemektedir. Ortalama bir ürün verimi elde etmek amacıyla, dekara 7 kg N, 11 kg P ve 7 kg K uygulanması genel bir tavsiye olarak verilebilir. Azotun yaklaşık yarısı tohum ekiminden önce ve son toprak işlemesi sırasında uygulanmalı, kalan kısmı ise seyrekleştirme işlemlerinden sonra bitkiler 4-5 yapraklı safhada iken son çapalama sırasında verilmelidir. Azotun toplam miktarının yarısı bitkilerin kol atma döneminde, diğer yarısı ise ilk çiçekler görüldükten sonra meyve bağlama öncesinde sulama suyu ile beraber verilmelidir. Hıyarların mikro elementlere duyarlılığı düşük olmakla birlikte, yüksek verim hedeflenen sera topraklarında magnezyum eksikliği hızla ortaya çıkabilir ve gerekli önlemler alınmalıdır (şark ve ark., 2008).



Sallam ve ark., (2021)'nin sera yetiştiriciliğinde tavuk gübresi ve mineral gübrelerinin optimize edilmiş kullanımıyla salatalığın (*Cucumis sativus* L.) verimliliğinin artırılması ile ilgili yaptıkları çalışmada, tek değişkenli ve çok değişkenli analizler yoluyla farklı besin kaynaklarının (tavuk gübresi (PM) ve mineral gübre (MF)) hıyarın üretkenlik artırıcı parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için bir sera deneyi tasarlanmıştır. PM ve MF miktarları (NPK15:15:15) metreküp başına ağırlık/hacim (w/v) oranlarında şu şekilde eklendi: T1 (kontrol), 60 kg PM; T2, 30 kg PM + 3 kg MF; T3, 30 kg PM + 5 kg MF ve T4, 30 kg PM + 7 kg MF. Toplanan veriler üzerinde gerçekleştirilen tek değişkenli analiz, PM ve MF'nin entegre kullanımıyla büyüme ve üretkenlikte önemli artış olduğunu göstermiştir. Çok değişkenli analizler (korelasyon, kümeleme ve Temel Bileşen Analizi), uygulamaları iki gruba ayırarak tek değişkenli analizin sonuçlarını doğruladı. Üç uygulama, T1'den (Kontrol) ayırt edici bir grup elde etti ve birbirleri arasında önemli farklılıklar göstermedi, T2'de maksimum verim artışı (%74,6) görüldü. Bu sonuçlara göre, T2 sera koşullarında salatalık verimliliğini artırabilir. Gelecekteki iyileştirme programlarında ve salatalıkla ilgili çiftçilik topluluklarında daha iyi kalite ve verim artışı için öneriler olarak alınabilir.

Mohammed ve ark., (2021)'nin NPK'nın örtü altı yetiştiriciliğinde hıyarın (*Cucumis sativus* L.) büyümesi, verimi ve kalitesi üzerine etkisi ilgili yapmış oldukları çalışmada, Kasım-2011 ile Nisan-2012 tarihleri arasında Sebze Araştırma Çiftliğinde, T1 (kontrol), T2 (100:60:60), T3

(100:60:120), T4 (100:120:60), T5 (100:120:120), T6 (150:60:60), T7 (150:60:120), T8 (150:120:60) ve T9 (150:120:120) kg ha<sup>-1</sup> NPK kombinasyonu ile yürütülmüştür. Hıyar çeşidi, F1 Hibrit "Nice Slice", bu parterokarpik bir çeşidiydi. En yüksek bitki boyu (256,67 cm), ilk erkek çiçeğin çıkışı 28 gün, ilk dişi çiçeğin çıkışı 30 gün, bitki başına erkek çiçek sayısı (13), bitki başına dişi çiçek sayısı (19,08), bitki başına meyve sayısı (13), meyve ağırlığı (179,67 gr), meyve verimi (56,76), klorofil içeriği (11,98 mg/g) ve en yüksek organoleptik T9 (150:120:120 kg ha<sup>-1</sup>) uygulamasında elde edildi. En yüksek fayda-maliyet oranı (3,74) da T9 uygulamasında elde edildi.

Şahin ve ark., (2024)'nın hıyar (*Cucumis sativus*) fidesi gelişiminde ortama vermikompost, mikoriza ve gübre uygulama dozlarının etkisi çalışmada, hıyar fidesinin gelişiminde mikoriza, vermikompost ve gübre dozlarının etkilerini incelemektir. F1 hıyar çeşidi bu çalışmada kullanılmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak bir viyol çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Fide yetiştirme ortamı olarak, 2:1 oranında torf:perlit karışımına sahip ortamlarda, EC 0.5-1.00 değerlerinde, hem mikorizalı hem de mikorizasız şekilde farklı oranlarda vermikompost (%0, %10 ve %20) dozları uygulanmıştır. Fide gelişimi sırasında, fidelerin yeterli miktarda makro ve mikro besin elementleri alması sağlanmıştır. Yaklaşık 40 gün süren gelişim sürecinin sonunda fideler sökülerek incelemeye alınmıştır. Araştırmada, fide boyu (cm), hipokotil boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak yaş ağırlığı (g), yaprak kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) gibi özellikler

değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, vermikompost dozlarının artmasıyla birlikte fidelerin toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkları ile kök yaş ve kuru ağırlıklarının arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, bitkilerin yapraklarındaki azot, fosfor, potasyum ve magnezyum konsantrasyonlarının, organik gübre karışımı ile paralel olarak yükseldiği tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamına mikorizaların eklenmesi ise incelenen özelliklerde farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

### **3. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Kabakgillerde beslenme ve gübreleme uygulamaları, bitki verimliliği ve kalitesini artırmada kritik bir öneme sahiptir. Toprak analizine dayalı olarak uygun organik ve mineral gübrelerin kullanımı, toprağın besin içeriğini optimize ederek bitki gelişimini ve verimliliğini destekler. Besin maddelerinin eksikliğinde veya fazlalığında bitki fizyolojisinde meydana gelen değişiklikler, verimlilik üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır. Özellikle azot, fosfor ve potasyum gibi makro besin elementlerinin dengeli bir şekilde temin edilmesi, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve gelişmesi için elzemdir.

Organik gübrelerin kullanımı, toprağın organik madde içeriğini artırarak mikrobiyal aktiviteyi teşvik eder ve toprağın su tutma kapasitesini iyileştirir. Bunun yanı sıra, mineral gübrelerin optimal dozlarda uygulanması, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini hızlı bir şekilde alabilmelerini sağlar. Gübreleme stratejilerinin dikkatli bir şekilde planlanması ve uygulanması, bitki gelişim evrelerine uygun olarak yapılmalıdır. Özellikle vegetatif büyüme döneminde azotlu

gübrelerin, generatif büyüme döneminde ise fosfor ve potasyum ağırlıklı gübrelerin kullanımı önerilmektedir.

Sulama uygulamalarının düzenli ve yeterli bir şekilde yapılması, bitkilerin su stresi yaşamadan sağlıklı bir şekilde büyümesini sağlar. Sulama zamanlamaları ve miktarları, bitkinin ihtiyaçlarına ve çevresel koşullara göre ayarlanmalıdır. Su kaynaklarının verimli kullanımı ve sulama sistemlerinin etkinliği, sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından büyük önem taşır.

Sonuç olarak, kabakgillerin sağlıklı ve verimli bir şekilde yetiştirilmesi, dengeli bir beslenme ve gübreleme programı ile mümkündür. Bu program, toprak analizlerine dayalı olarak planlanmalı ve bitkilerin ihtiyaçlarına uygun şekilde uygulanmalıdır. Ayrıca, düzenli sulama ve uygun gübreleme teknikleri ile bitkilerin optimal gelişim koşulları sağlanmalıdır. Bu şekilde, kabakgillerde yüksek verimlilik ve kalite elde edilerek, tarımsal üretimde sürdürülebilirlik sağlanabilir.

## KAYNAKÇA

- Aktaş, M., & Ateş, M. (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri ve Tanımları. Engin Yayınevi,
- Aluko, M. (2021). Effect of Varying NPK 15-15-15 Fertilizer Application Rates on Growth and Yield of Cucumis melo L. (Muskmelon). 6(4): 20-27, 2021; Article no. AJRCS.67095 ISSN: 2581-7167.
- Arslan, E., Çaycı, G., Dengiz, O., Yüksel, M., & Atikmen, N. Ç. (2018). Toprakların bazı makro besin elementi içeriklerinin farklı tarımsal arazi kullanımları altında konumsal dağılımlarının belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 7(2), 28-37.
- Atav, V. (2024). Tarımsal Üretimde Derin Azotlu Gübreleme. Özal Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 1(1), 23-31.
- Bayram, C. A., Büyük, G., & Kaya, A. (2021). Effects of Farm Manure, Vermicompost and plant growth regulators on yield and fruit quality in watermelon. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(1), 64-69.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S., & Paşlı, N. (2001). Ekoloji – II (Toprak), Başkent Klîşe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Budak, E., & Güneş, A. (2023). The effects of potassium applied at different doses and times on the yield and nutrient content of pumpkin seed (Cucurbita pepo L.). Gesunde Pflanzen, 75(6), 2879-2887.
- Candra, I. A. (2022). The Impact of Liquid Organic Fertilizer on Growth and Crop Production of Melon (Cucumis melo L.). Jurnal Online Pertanian Tropik, 9(1), 009-014.
- Canfora, L., Pugliese, M., & Furmanczyk, E. M. (2024). The impact of environmentally friendly agricultural practices on soil microbiome. Frontiers in Microbiology, 15, 1505220.

- Çepel, N. (1996). Toprak ilmi. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438. İstanbul.
- Dalorima, T., Sakimin, S. Z., & Shah, R. M. (2022). Vegetative growth and yield of two watermelon varieties ('Citrullus lanatus') as influenced by different organic fertilizers. *Australian Journal of Crop Science*, 16(6), 691-699.
- Doğan, Y. L., Altuntaş, Ö., Yaşar, F., Üzal, Ö., & Önder, S. (2024). Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Tuz Stresi Altındaki Kabak Bitkilerine PGPR ve Deniz Yosunu Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1), 77 -86.
- FM, O., Agbaje, G. O., & Obisesan, I. O. (2013). Analysis of pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn.) biomass yield and its components as affected by nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) fertilizer rates.
- Gardiner, D. T. & Miller, R. W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Grumet, R., McCreight, J. D., McGregor, C., Weng, Y., Mazourek, M., Reitsma, K., & Fei, Z. (2021). Genetic resources and vulnerabilities of major cucurbit crops. *Genes*, 12(8), 1222.
- Güngör, Z. M. B., & Balkaya, A. (2015). Mini karpuz yetiştiriciliği. *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, Yıl, 4, 26-29.
- Güzel, N., Gülüt, K. Y. & Büyük, G. (2004). Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Hassan, F. M., Zaki, M. M., Mohamed, M. H., & Halawa, S. S. (2024). Effect of Mineral and Bio Nitrogen Fertilizer and Foliar Spray with Some Growth Stimulants on Growth, Yield and Quality of Pumpkin Plants. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 6(3),88-102.ISBN:975-320-033-1Ankara.

- Kacar, B., & Katkat, V. (2010). Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Khandaker, M. M., Azani, S., Majrashi, A., Alenazi, M. M., Saifuddin, M., Mohd, K. S., & Adnan, A. F. M. (2022). Morphophysiology, growth indices, and fruiting of pumpkin in response to organic amendments. *Semina: Ciências Agrárias*, 43(3), 1211-1236.
- Kulaç, O., & Bildirici, N. (2020). Bursa-Gemlik ekolojik koşullarında farklı fosfor dozlarının azkan nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 697-704.
- Kusum, K., Hemdan, A., & Singh, S. N. (2024) Recommended Doses of Fertilizers in Horticultural Crops.
- McCauley, A., Jones, C & Jacobsen, J. (2009). Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1-16.
- McCauley, A., Jones, C., & Jacobsen, J. (2009). Soil pH and organic matter. Nutrient management module, 8(2), 1-12.
- Mohammed, S. W., Mishra, S. K., Singh, R. K., Singh, M. K., & Soni, S. S. (2021). The effect of NPK on the growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected cultivation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 2011-2014.
- Muhamad, F. (2023). The effect of fertilizer use on organic melon plants quality. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 3(2), 132-138.
- Mwaura, M. M., Isutsa, D. K., & Munyiri, S. W. (2021). Effect of Nitrogen, Mulch and Gibberellic Acid on Quality of Multi-Purpose Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne) Fruits.

- Ndereyimana, A., Niyokuri, A. N., Waweru, B. W., Kagiraneza, B., Rukundo, P., & Hagenimana, G. (2021). Yield response of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) cultivars to varied fertilizer rates in Rwanda. *Journal of Applied Horticulture*, 23(2), 219-223.
- Nerson, H. (2008). Mineral nutrition of cucurbit crops. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 2(1), 23-32.
- Okur, N., Yağmur, B., & Okur, B. (2022). Tarım Topraklarının Sürdürülebilirliğinde Toprak Kalitesinin Önemi ve Yönetimi. Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları: Zorluklar ve Potansiyeller. (Ed. MF Baran, K. Bellitürk ve A. Çelik), Ankara: İKSAD Publishing.
- Özbek ve ark. (2001). *Toprak Bilimi*. 5. Baskı, ÇÜ, Ziraat Fak., Yay. No: 73, Adana. 816.
- Sungur, A., Müftüoğlu N. M., (2004). Farklı kalsiyum kaynak ve dozlarının domates fidesinin bazı özellikleri üzerine etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül 2004, Çanakkale. 231- 234.
- Plaster, E. J. (1992). *Soil Science and Management*. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Sallam, B. N., Lu, T., Yu, H., Li, Q., Sarfraz, Z., Iqbal, M. S., & Jiang, W. (2021). Productivity enhancement of cucumber (*Cucumis sativus* L.) through optimized use of poultry manure and mineral fertilizers under greenhouse cultivation. *Horticulturae*, 7(8), 256.
- Selli, A., Güvenç, İ., & Gürbüz, H. (2022). Farklı Yaprak Gübrelерinin Karpuzun (*Citrullus lanatus* Thunb.) Bazı Özelliklerine ve Mineral Madde İçeriklerine Etkisi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 197-215.
- Şahin, S., Kartal, H., & Geboloğlu, N. (2024). Hıyar (*Cucumis sativus*) Fidesi Gelişiminde Ortama Vermikompost, Mikoriza ve Gübre Uygulama Dozlarının Etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(3), 647-658.



Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. & Polat, S. (2008). Özel sebzecilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 448.

URL-1. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim tarihi 24.11.2024

URL-2. [https://plafert.com/Yet\\_hiyar.aspx](https://plafert.com/Yet_hiyar.aspx) Erişim tarihi 24.11.2024.

URL-3. <https://www.gentatarim.com/haberler/kabakta-gorulen-fizyolojik-problemler/46> erişim tarihi 23.112024

URL-4. <https://www.melihtarim.com/blog/icerik/> Erişim tarihi 24.11.2024

URL-5. <https://www.weekand.com/home-garden/article/symptoms-magnesium-deficiency-pumpkin-leaves-18040655.php> Erişim tarihi 26.11.2024

URL-6. <https://slideplayer.biz.tr/slide/16538580/> Erişim tarihi 27.11.2024

URL-7 <https://agronil.com.tr/bitki-besin-elementleri/> Erişim 02.12.2024

URL-8. <https://growinghealthyvegetables.blogspot.com/2012/06/nitrogen-deficient-zucchini-progress.html> Erişim tarihi 02.12.2024

URL-9. <https://artpictures.club/autumn-2023.html> Erişim tarihi 02.12.2024

URL-10. <https://growfully.com/how-to-add-nitrogen-to-soil/> Erişim tarihi 02.12.2024

URL-11. <https://www.semanticscholar.org/paper/Symptoms-of-Nutrient-Deficiencies-on-Cucumbers-Carmona-Costa/fe80eeab5fbd223430f006497704dbac9479e685> Erişim tarihi 03.12.2024

URL-12. <https://managingnutrients.blogspot.com/2014/06/nutrient-deficiency-symptoms-dont-wait.html> Erişim tarihi 03.12.2024

URL-13. <https://www.haifa-group.com/online-expert/deficiency-pro/cucumber-nutrient-deficiencies> Erişim tarihi 03.12.2024

- URL-14. <https://www.semanticscholar.org/paper/Symptoms-of-Nutrient-Deficiencies-on-Cucumbers-Carmona-Costa/fe80eeab5fbd223430f006497704dbac9479e685> Erişim tarihi 03.12.2024
- URL-15. <https://www.semanticscholar.org/paper/Symptoms-of-Nutrient-Deficiencies-on-Cucumbers-Carmona-Costa/fe80eeab5fbd223430f006497704dbac9479e685> Erişim tarihi 03.12.2024
- URL-16. <https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/problem-solvers/cucurbit-problem-solver/leaf-disorders/manganese-deficiency/> Erişim tarihi 03.12.2024
- URL-17. <https://www.powerag.com/deficiencies/cucurbits-boron-deficiency/> Erişim tarihi 03.12.2024
- Üzal, Ö., Tuğ̃a, H., & Yaş̃ar, F. (2020). Bazı organik materyallerin karpuz (*Citrullus lanatus* Thunb.)’un iyon alımına etkisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 36(2), 280-285.
- Vanessa, B. G., Alice, T. I., William, D. A., Adelaide, D. M., Condurache, N. N., Milea, Ş. A., & Iordachescu, G. (2024). Effect of fertilizers on yield, phytochemical, and antioxidant properties of *Cucurbita moschata* fruits. *Food Science & Nutrition*.
- Wan Shafiin, W. N. S. S., Ablah, N. L., Nur Fatihah, H. N., Alam, M. A., Ma’arup, R., Jahan, M. S., & Alias, N. (2021). Breeding strategies for enhancing nutrient content and quality in Cucurbitaceae: a review. *International Journal of Vegetable Science*, 27(5), 415-438.
- Weber, K., & Burow, M. (2018). Nitrogen– essential macronutrient and signal controlling flowering time. *Physiologia Plantarum*, 162(2), 251-260.

- Yekula, B., Thakur, O., & Thakur, P. (2023) A review on response of organic and inorganic manures on cucurbits.
- Yenikalaycı, A., Temel, N., Arslan, M., & Çulluođlu, N. (2022). Yerfistığında (*Arachis hypogaea* L.) Potasyum Yaprak Gübresi Uygulamasının Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 22-32.
- Zhang, L., Yan, C., Guo, Q., Zhang, J., & Ruiz-Menjivar, J. (2018). The impact of agricultural chemical inputs on environment: global evidence from informetrics analysis and visualization. *International Journal of low-Carbon technologies*, 13(4), 338-352.

## BÖLÜM 7

### KABAKGİLLERDE AŞILAMA

Prof.Dr. Naif GEBOLOĞLU<sup>1\*</sup>  
Zir. Yük. Müh. Emine POLAT<sup>2</sup>  
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM<sup>3</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544276>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat. naif.gebologlu@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2495-7088

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat. eminep0511@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5839-9921

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat. aysegul.durukan@gop.edu.tr, ORCID ID:0000-0001-5193-0628

\*Sorumlu yazar



## GİRİŞ

Aşılama, iki bitki parçasını (anaç ve kalem) doku rejenerasyonu yoluyla birleştirme sanatı olup, iki farklı bitkinin fiziksel olarak birleşmesi ve tek bir bitki olarak büyümesidir. Genellikle hastalıklara ve çevresel streslere karşı direnci nedeniyle seçilen anaç, meyve kalitesi ve verim potansiyeli nedeniyle seçilen ticari çeşit için sağlam bir temel oluşturur. Aşılama, kabakgil bitkilerinin çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırdığı ve böylece yetiştiricilikte verimliliği ve sürdürülebilirliği iyileştirdiği değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Bu teknik karpuz, hıyar ve kavun gibi *Cucurbitaceae* bitkilerinin yetiştirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Wan ve ark., 2013; Ban ve ark., 2014; Gisbert ve ark., 2020). Kabakgil bitkileri toprak kökenli hastalıklara ve nematodlara karşı hassastır. Dayanıklı anaçlar üzerine aşılama, bu stres faktörleri ile mücadelede etkili bir strateji olarak ortaya çıkmıştır. Örneğin, çalışmalar karpuzun *Cucurbita maxima* gibi dayanıklı anaçlar üzerine aşılmasının, *Fusarium* solgunluğu ve kök-ur nematodlarının zararını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Gisbert ve ark., 2020; Edelstein ve ark., 2000; Kamel ve Taher, 2021).

Aşılamanın başarısı için uygun anaç seçimi çok önemlidir. Anaç ile aşı kalemi arasındaki uyumluluk, büyüme oranları, meyve özellikleri ve çevresel streslere karşı dayanıklılık gibi çeşitli fizyolojik özellikleri etkileyebilir. Araştırmalar, *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* gibi belirli türler arası melezlerin, karpuz ve hıyar aşılmasında anaç olarak özellikle etkili olduğunu, toprak kaynaklı hastalıklara karşı gelişmiş direnç sağlarken güçlü büyümeyi teşvik ettiğini göstermektedir (Gisbert ve ark., 2020). Ayrıca, *Cucurbitaceae* familyasının sahip olduğu genetik çeşitlilik, yetiştiricilere dayanıklı yeni anaçlar geliştirmek için çok çeşitli seçenekler sunmaktadır (Ling ve ark., 2021). Biyotik stres faktörlerine karşı koruyucu etkisinin yanında aşılama

meyve kalitesini de iyileştirmektedir. Meyve kalitesindeki bu iyileşme, anacın gelişmiş kök sistemi sayesinde gerçekleşmektedir (Vieira ve ark., 2019).

Kabakgil bitkilerinde aşılama iklim değişikliğinin getirdiği zorlukların aşılmasında önemli bir rol oynar. Çevresel koşullar giderek daha öngörülemez hale geldikçe, aşılama bitkilerin kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörlerine karşı etkisi daha önemli hale gelmektedir. Araştırmalar, aşılamanın kabakgil bitkilerinin bu stres faktörlerine karşı toleransı artırabileceğini ve böylece olumsuz koşullar altında bile istikrarlı bir yetiştiricilik sağladığını göstermiştir (Rouphael ve ark., 2017). Bu uyum yeteneği, büyüyen küresel nüfus ve değişen iklim koşulları karşısında gıda güvenliğinin sağlanması için olmazsa olmazdır.

Aşılama hastalık ve zararlılarla mücadelede kimyasal ilaç kullanımını kayda değer ölçüde azalttığı için insan ve çevre sağlığının korunması açısından da önemli bir tekniktir (Haroldsen ve ark., 2012; Devi ve ark., 2020). Bu yaklaşım yalnızca ekolojik sürdürülebilirliği desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda verim ve kaliteyi iyileştirerek organik tarımın ekonomik uygulanabilirliğine de katkıda bulunmaktadır (Burkhardt ve Day, 2013; Navitasari ve ark., 2020).

## 1. AŞILAMANIN TARİHÇESİ

Sebzelerde aşılama kabakgil bitkileri ile başlamış ve oldukça eskiye dayanmaktadır. Yunan ve Çin literatüründe M.Ö. 5. yüzyılda Avrupa, Orta Doğu ve Asya'da aşılamanın kullanıldığı belirtilmektedir (Davis ve ark., 2008). Sebzelerde aşılamanın daha büyük kabak meyveleri elde etmek için denendiği eski Çin ve Kore metinlerinde anlatılmaktadır (Sugiyama ve ark., 2006). Bununla birlikte, aşılamanın sebzelerde, özellikle de kabakgillerde ticari olarak kullanılması 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. İlk bilimsel sebze aşılama uygulamaları 1920'lerin sonlarında Japonya ve Kore'de başta

*Fusarium* solgunluğu olmak üzere toprak kökenli hastalıklarla mücadele etmek için karpuzun kabak anaçları üzerine aşılama ile başlamıştır (Oda, 2002; Sugiyama ve ark., 2006). Bu yenilikçi yaklaşım, 1930'ların başında Japonya'da aşılı fidelerin ticari olarak kullanılmasına yol açmıştır (Davis ve ark., 2008). *Lagenaria siceraria* ve *Cucurbita moschata*'nın anaç olarak kullanılması bu dönemde yaygınlaşmış ve aşılı karpuz bitkilerinde toprak kökenli hastalıklara karşı dayanıklılık önemli ölçüde artmıştır (Lee ve ark., 2010).

Örtüaltı yetiştiriciliğinin yayılmaya başladığı 1950'lerde kabakgillerde aşılama çalışmaları da gelişmeye başlamıştır. Bu dönemde toprak kökenli hastalıklara karşı aşılama başarıyla kullanılmaya başlamıştır (Cohen ve ark., 2007; Kubota ve ark., 2008). 1960'lara gelindiğinde, Kore başta olmak üzere değişik ülkelerde anaç geliştirmeye yönelik bilimsel çalışmalar başlamıştır. Anaç geliştirme çalışmalarına bağlı olarak aşılama daha yaygın hale gelmiş, 1990 yılında sebze yetiştiriciliğinde kullanılan fidelerin Japonya'da %59'u, Kore'de ise %81'i aşılı fide olarak kullanılmıştır (Lee, 1994). Böylece sebzelerde aşılamanın öncülüğünü Asya ülkeleri yapmıştır. Günümüzde aşılama, özellikle Çin, Japonya, Kore, İspanya, İtalya, Türkiye ve İsrail gibi ülkelerde kabakgillerin ve *Solanaceae* familyası sebzelerinin yetiştirilmesinde standart bir uygulama haline gelmiştir. (Davis ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010).

Avrupa'da aşılama çalışmaları 1950'li yılların sonunda başlamıştır. Fransa'da, kabakgillerde aşılama çalışmaları *Fusarium* solgunluğuna karşı kavunda 1950'lerde başlamış, 1960'lı yıllarda serada kavun yetiştiriciliğinde düşük toprak sıcaklığına karşı erkencilik sağlamak amacıyla denenmiştir (Alabouvette ve ark., 1974). İspanya'da, 1976'da kavun ve karpuzda başlamış ve 1980'lerin sonuna doğru ticarileşmiş, hıyarda ise 1990'lı yıllarda



başlamıştır (Hoyos, 2001). İtalya'da ise kavun ve karpuzda 1980'li yıllarda başlamıştır (Trentini ve Maiolli, 1989).

Türkiye'de sebzelerde aşılama çalışmaları 1980'li yıllarda başlamıştır. İlk aşı çalışmaları domates üzerine patlıcanın aşılınması şeklinde başlamış (Vuruşkan, 1989), daha sonra karpuz (Yetişir, 2001) ve kavunda (Yarsi, 2003) verim ve kaliteye etkileri araştırılmıştır. Örtüaltı tarımının gelişmesi ve yeni ve başarılı aşı tekniklerinin kullanılmaya başlanması ile birlikte bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de aşılu fide üretiminde önemli gelişmeler sağlanmıştır. Başlangıçta domateste aşılu fide yapılırken, özellikle karpuzda aşılu fide kullanılmaya başlaması ile önemli düzeylere ulaşılmıştır (Balkaya, 2013). 2012 yılında 110 milyon adet aşılu fide üretilirken bunun 55 milyon adedini aşılu karpuz fidesi oluşturmuştur. 2020 yılında sadece Antalya'da 206 milyon aşılu fide üretilmiş, bunun 52,7 milyonunu karpuz, 7,5 milyonunu hıyar ve 3,1 milyonunu kavun fidesi oluşturmuştur (fidebirlik.org.tr). Günümüzde Antalya dışında Mersin, Muğla, İzmir, Bursa ve Samsun illerinde çok sayıda modern fide firmaları aşılu sebze fidelerini başarıyla üretebilmektedirler.

## **2. AŞILAMANIN AMAÇ VE HEDEFLERİ**

Kabakgillerde aşılama hıyar, kavun ve karpuzda toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı artırmayı amaçlayan temel bir tarımsal uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Bu familya içinde aşılamanın temel amacı, bitki canlılığını, hastalık direncini ve abiyotik stres faktörlerine karşı toleransı artırmak ve böylece artan çevresel tehditler karşısında sürdürülebilir bir yetiştiricilik sağlamaktır. Aşılama konusunda yapılan araştırma ve yayım çalışmaları ve gelişen teknikler sayesinde aşılu sebze fidesi üreten kişi ve kuruluşların başarılı anaçlar seçmelerine olanak sağlamıştır (Kubota ve ark., 2017).

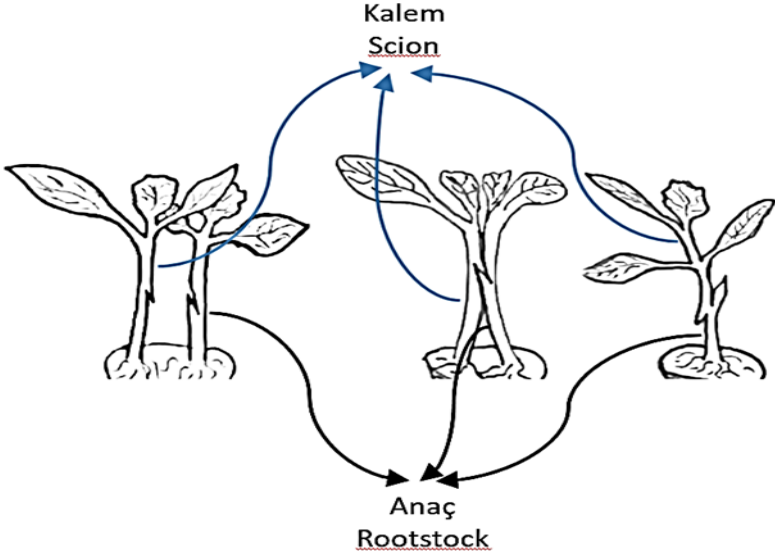
Kabakgillerde aşılamanın temel amaçlarından biri toprak kökenli patojenlere karşı direnci artırmaktır. Araştırmalar, dayanıksız ticari çeşitlerin dayanıklı anaçlar üzerine aşılınması ile bir yandan bu patojenlerle mücadelede önemli bir katkı sağlarken, diğer taraftan kimyasal pestisitlere olan bağımlılığı en aza indirmektedir. Bu yaklaşım sürdürülebilir yetiştiricilik için vazgeçilmez olan zararlı yönetimine önemli katkılar sağlamaktadır (Al-Mawaali ve ark., 2019). Hastalık etmenlerine karşı dayanıklılık sağlaması yanında, aşılama kabakgillerin tuzluluk ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı tolerans sağlaması bakımından da önemli bir rol oynar. Küresel iklim değişikliği ve kötü sulama uygulamaları nedeniyle toprak tuzluluğunun giderek artan bir endişe kaynağı olduğu bölgelerde aşılama özellikle önem kazanmaktadır (Johnson ve Miles, 2011).

Kabakgillerde aşılama verim ve kaliteye de önemli katkılar sağlamaktadır. Aşılınmış kabakgil bitkileri genellikle daha kuvvetli gelişmekte ve bunun sonucunda verim ve kalite artmakta, raf ömrü uzamaktadır (El-Kersh ve ark., 2016). Ayrıca, aşılama kabakgil meyvelerinin mineral madde içeriğinin artmasını da sağlamaktadır (Levi ve ark., 2009). Aşılamanın ekolojiye sağladığı katkılar da dikkate değerdir. Kimyasal girdilere olan ihtiyacın azalması, dayanıklı anaçlar sayesinde gıda güvenliği için gerekli olan sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunması, düşük toprak sıcaklığı, aşırı toprak nemi, kuraklık ve kötü toprak koşulları gibi olumsuz çevre koşullarında başarılı olması aşılamanın kabakgil yetiştiriciliğine sağladığı diğer avantajlardır (Gioia ve ark., 2017; López-Gómez ve ark., 2015). Dahası, anaç çeşitliliğinin sağladığı genetik çeşitlilik belirli tarımsal zorluklara yönelik özel çözümlere olanak tanımaktadır.

### 3. AŞILAMA TEKNİKLERİ

**3.1. Dilcikli İngiliz Aşısı (Tongue Approach Grafting):** Kabakgil bitkilerinin yanında diğer sebze türlerinde de kullanılabilen bir aşı tekniğidir. Kolay ve başarı oranı yüksek bir teknik olmakla beraber, zaman alan, emek gerektiren ve maliyetli bir yöntemdir. Aşılamaya yeni başlayanların kolaylıkla kullanabilecekleri bir yöntemdir. Ancak, aşı bölgesi toprak yüzeyine fazla yakın olduğundan kalemde kök oluşum riski vardır. (Lee ve Oda, 2003).

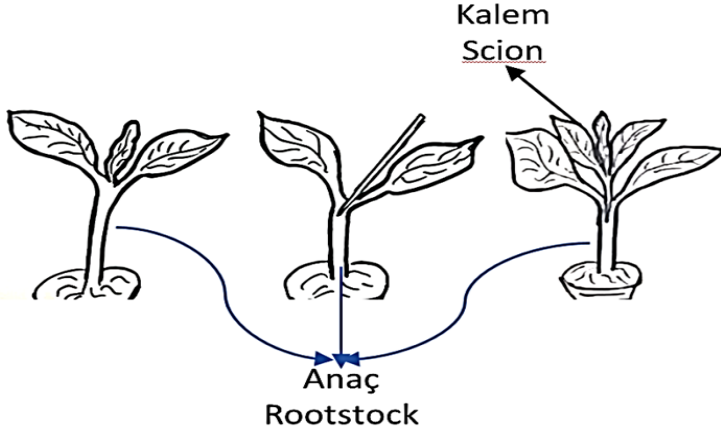
Bu aşı tekniğinde anaç ve kalemin gövdelerinin aynı kalınlıkta olması aşı başarısı açısından çok önemlidir. Bunun için anaç ve kalemin çimlenme süreleri ve gelişme hızlarının önceden bilinmesi gerekir. Dilcikli İngiliz aşısı karpuz, kavun ve hıyarda başarıyla kullanılabilir. Anaç ve kalem bitkilerde kotiledon yapraklarının tam olarak oluştuğu ve ilk gerçek yaprakların gelişmeye başladığı dönem en uygun aşılama dönemidir. Anaç gövdesinde kotiledon yapraklarının hemen altından aşağıya doğru  $35^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  açıyla bir aşı bıçağıyla gövdenin yarısına kadar kesik açılır. Aynı şekilde kalemin gövdesinde kotiledon yapraklarının altından gövdenin yarısına kadar yukarı doğru  $35^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  açıyla kesik açılır. Anaç ve kalemin kesiklerinin aynı seviyede olmasına dikkat edilmelidir. Daha sonra kalemde oluşturulan dilcik anaçtaki kesiğe yerleştirilir ve iki bitki parçası bir aşı klipsi veya mandalı kullanılarak birbirine tutturulur (Şekil 1). Aşılama işi tamamlanan bitkiler aşı bakım ünitesine alınır. Aşı bakım ünitesinde 7-10 kalan bitkiler ünitiden çıkarılır ve fide serasına alınır. Fideler tek veya iki gövdeli olma durumuna göre serada 15-30 gün bekletilir (Lee, 1994; Lee ve Oda, 2003).



**Şekil 1:** Dilcikli İngiliz Aşısı (Tongue Approach Grafting)

**3.2.Kakma (Koltuk) Aşısı (Hole Insertion Grafting):** Bu aşılama tekniği kabakgillerde ve özellikle karpuzda tercih edilen bir tekniktir. Çin’de en çok tercih edilen aşılama tekniklerinden biridir. Anaç ve kalem arasında güvenli bir bağlantı ve etkili vasküler kaynaşma sağlar. Anaç tohumları kalemden 2-4 gün önce ekilir. Bu süre anaç ve kaleme göre değişeceğinden önceden anaç ve kalemde ekim yapılarak gelişme durumları takip edilmelidir. Anaç üzerinde kotiledon yaprakları oluşmuş ve ilk gerçek yapraklar görüldüğünde anaç aşıya hazır hale gelmiştir. Anacın büyüme noktası çıkarılır, kesilen kısımda  $35^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  açıyla hipokotil içinde aşağı doğru 5-8 mm uzunluğunda bir delik açılır. Kalem bitkisi kotiledon yaprakları oluşmuş ve ilk gerçek yapraklar görünmeye başlamış olmalıdır. Kalem bitki hipokotil kısmı 8-10 mm uzunlukta olacak şekilde kesilir ve anaç üzerinde açılan deliğe yerleşecek şekilde kama şeklinde kesilir ve deliğe yerleştirilir (Şekil 2). Bu aşı tekniğinde anaçta açılan deliğin kaleme uyumlu olması ve kalemin kama kısmının zedelenmeden bu deliğe yerleştirilmesi önemlidir. Aşılanan bitkiler aşı bakım

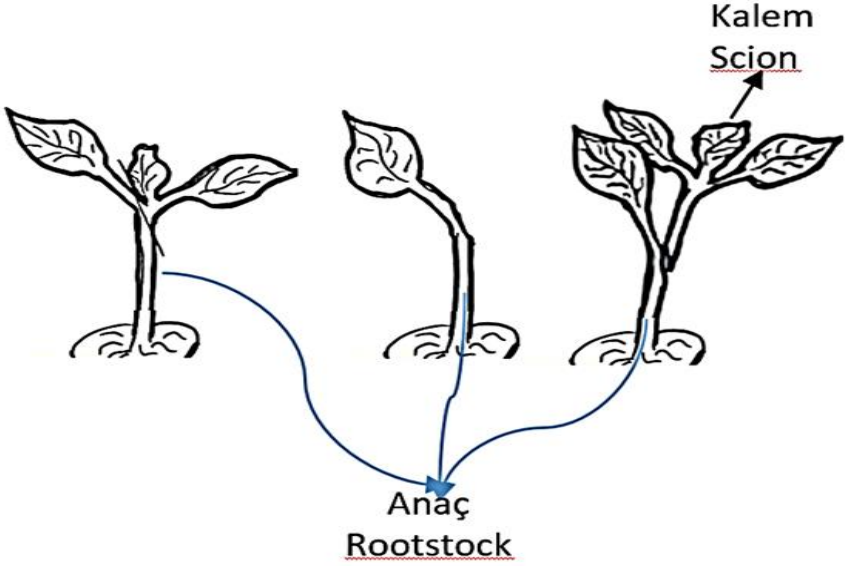
ünitesinde %95 bağıl nem ve 21-25°C sıcaklıkta 7-10 gün bekletirler. Aşılamaadan yaklaşık 30 gün sonra aşılı fideler dikime hazırdırlar (Lee, 1994; Lee ve Oda, 2003).



Şekil 2: Kakma (Koltuk) Aşı (Hole Insertion Grafting)

**3.3. Tek Kotiledon veya Yatay Kesitli Aşılama (One Cotyledon/Slant Cut/Splice):** Kabakgil sebzelerinin aşılmasında en yaygın kullanılan tekniktir. Bu teknik anaç ve kalemin başarılı bir şekilde birleşmesi için önemli olan kambiyal temas için daha geniş yüzey alanı oluşturmak üzere anaç ve kalemin hipokotilinde yatay kesit oluşturmasını içerir (Kubota ve ark., 2017). Kolay ve seri olması ve başarı oranının yüksek olması nedeniyle aşılı kabakgil fidesi üreten işletmelerin en çok tercih ettikleri aşı tekniğidir. Bu aşı tekniğinde anaç ve kalemin hipokotilinin aynı kalınlıkta olması gerekir. Anaç ve kalemde ilk gerçek yapraklar görülmeye başladığında aşılama yapılır. Bu da genellikle tohum ekiminden 7-10 gün sonraya denk gelir. Anaçın kotiledon yapraklarından biri anaçtan uzaklaştırılacak şekilde hipokotilde 35° - 45° açıyla yaklaşık 1 cm kesit oluşturulur. Kalem bitkinin kotiledon yapraklarının yaklaşık 1 cm altından aynı şekilde kesilir ve kesik kısım denk gelecek şekilde anaçla kalem birleştirilir ve bir aşı klipsi veya aşı mandalı ile tutturulur (Şekil

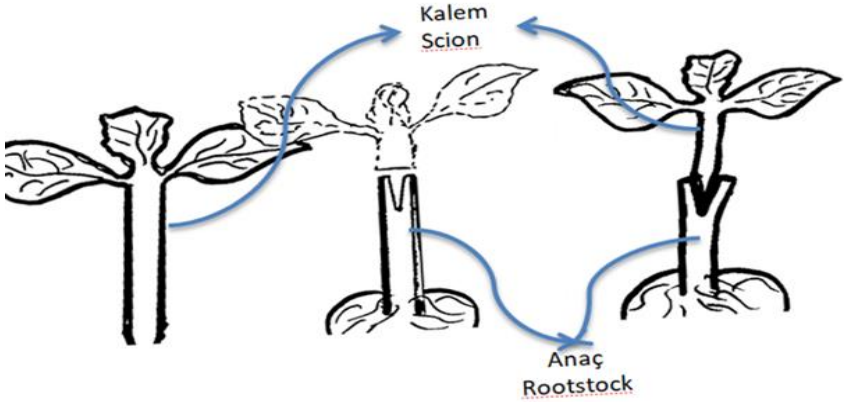
3). Aşılanan bitkiler 25°C sıcaklık, %95-100 oransal neme sahip ve yarı gölge aşı bakım ünitesine alınır ve 7-10 gün burada bekletilir. Daha sonra aşılınmış bitkiler, 21°C - 30°C'de sıcaklığa sahip fide serasına alınır. Aşılardan yaklaşık 30 gün sonra aşılı fideler dikme hazır hale gelir (Lee, 1994; Lee ve Oda, 2003).



**Şekil 3:** Tek Kotiledon veya Yatay Kesitli Aşılama (Slant Cut/Splice Grafting)

**3.4.Yarma Aşı (Cleft Grafting):** Basit ve öğrenmesi kolay aşı tekniklerinden biridir. Kabakgil sebzelerinde uygulanabilen ve başarı oranı yüksek tekniklerden biridir. Karpuz, hıyar ve kavun için uygun bir tekniktir. Aşı bölgesi yüksekte olduğu için kalemde kök gelişimi minimumdur. Bu aşı tekniğinde anaç ve kalemin aynı kalınlıkta olması tercih edilir. Bununla beraber fidelikte zaman zaman anacın kalemde veya kalemin anaçtan daha kalın olduğu durumlarda da yarma aşı başarıyla kullanılabilir. Anaç ve kalemde kotiledon yaprakları yere paralel olduğunda ve ilk gerçek yapraklar gelişmeye başladığında aşılama yapılır. Anacın kotiledon yaprakları kesilerek uzaklaştırılır ve hipokotilde 1 cm derinliğinde bir yarık açılır. Kalem bitki kök

boğazından 1 cm yukardan kesilir ve hipokotilin ucu anaçta açılan yarığa yerleşecek şekilde iki tarafından  $35^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  açıyla kesilir. Daha sonra kalem anaçta açılan yarığa yerleştirilir ve bir aşı klipsi veya mandalı ile sabitlenir. Anaç ve kalemin kambiyum dokularının birbirine temas etmesine dikkat edilmelidir (Şekil 4). Aşılanan bitkiler  $25^{\circ}\text{C}$  sıcaklık, %95-100 oransal neme sahip ve yarı gölge aşı bakım ünitesine alınır ve 7-10 gün burada bekletilir. Daha sonra aşılanmış bitkiler,  $21^{\circ}\text{C}$  -  $30^{\circ}\text{C}$ 'de sıcaklığa sahip fide serasına alınır. Aşılamadan yaklaşık 30 gün sonra aşı fideler dikme hazır hale gelirler (Lee, 1994; Lee ve Oda, 2003).



Şekil 4: Yarma Aşı (Cleft Grafting)

**3.5. Diğer Aşı Teknikleri:** Kabakgil sebzelerinin aşılanmasında en çok tercih edilen aşı teknikleri yukarda açıklanmıştır. Bunların dışında tüp aşılama, iğneli aşılama ve duble aşılama gibi aşı teknikleri de bilinmektedir. Ancak bu aşı teknikleri ticari anlamda yaygın bir kullanıma sahip değildir. Tüp aşı tekniğinde anaç ve kalemin hipokotilleri kesildikten sonra bir tüple birleştirilmektedir (Lee, 1994; Oda, 1999; Lee ve Oda, 2003). Pin aşı tekniğinde anaç ve kalemin hipokotilleri kesildikten sonra anaç ve kalemin hipokotillerinin ortası bir iğne ile birleştirilmektedir. Bu teknik kalemin anaçtan daha kalın olduğu durumlar için başarıyla kullanılabilir. Duble

aşılama da kalemin aşılması için anaç uygun değilse kalem önce anaca uyacak bir başka ticari kaleme aşılanır, daha sonra bu bitki anaç üzerine aşılanır. Bu aşılama tekniği pratikte kullanılan bir yöntem değildir. Maliyetli ve iş gücü gereksinimi oldukça yüksektir. Ayrıca aşı başarı oranı düşüktür.

#### **4. KÖK BUDAMASI**

Çoğunlukla karpuz olmak üzere kavun ve hıyarda aşılu fide üretiminde kullanılan bir yöntemdir. Kök budamanın amacı anacın kök mimarisini değiştirerek yetiştiricilikte aşılu bitkinin daha kuvvetli, genç ve yaygın bir kök yapısına sahip olmasını sağlamaktır. Böylece köklerin düşük ve yüksek hava sıcaklıkları, kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı direnci artmakta, su ve besin maddelerinden daha iyi yararlanması sağlanmaktadır. Ayrıca aşılama sonrası anaç kökleri yaşlanmakta ve yıpranmaktadır. Kök budaması sayesinde daha sağlıklı ve genç köklere sahip aşılu bitkiler elde edilmektedir. Kök budaması kakma aşı ve tek kotiledon veya yatay kesitli aşı tekniklerinde kullanılan bir yöntemdir. Aşılama sırasında anacın hipokotili kök boğazından kesilmekte, anaç ve kalem aşılandıktan sonra anacın hipokotili aşılu bitkinin gelişeceği ortama yerleştirilmektedir. Yöntem hassas bir yöntemdir ve köklendirme ortamının iyi ayarlanması ve aşılama sonrası bakımın titizlikle ayarlanması gerekir (Lee ve ark., 2001; Lee ve Oda, 2003).

#### **5. AŞI BAKIM KOŞULLARI**

Kabakgil bitkilerinin aşılama sonrası bakım koşulları en kritik aşamalardan biridir. Bu aşama, aşılanmış bitkilerde aşı bölgesinin sağlıklı ve hızla kaynaşması ve aşılu bitkilerin yeni ortamlarına kademeli olarak alışmasını sağlar. Aşı bakım ünitesinin hava oransal neminin %85'in üzerinde, ortam sıcaklığının 20-25 °C arasında ve ortamın yarı gölgelenmiş olması



gerekir. Bakım ünitesinde yeterli oransal nem sağlanamadığında kalemde su kaybı nedeniyle solma ve turgor basıncın azalması sonucunda aşı temas bölgelerinde ayrılmalar meydana gelmektedir. Bu durumda aşılansmış bitkilerde kalem ölümleri meydana gelmekte ve aşı başarısı düşmektedir (Lee, 1994; Aydın ve ark., 2022). Ayrıca bakım ünitesinde ilk 3-4 günden sonra ortam sıcaklığının fidelerin aktarılacağı ortam sıcaklığına kademeli olarak yükseltilmesi fidelerin şok yaşamamalarını ve sonraki ortama kolay uyum sağlamalarına yardımcı olmaktadır (Yetişir ve Karaca, 2018).

## 6. AŞI UYUŞMASI

Aşı uyuşması aşılı kabakgil fidelerinin elde edilmesinde önemli bir faktördür. Başarılı bir aşılama ancak anaç ve kalem arasında işlevsel bir vasküler bağlantı kurulmakla mümkündür. Aşı uyuşması sadece aşılı fidelerde değil, daha sonraki yetiştiricilik süresince de etkili olacaktır. Aşılama anaç ve kalemin taksonomik yakınlığı başarıyı artırır. Ayrıca anaç ve kalemin hipokotil çapları da etkilidir (Al-Mawaali ve ark., 2019; Devi ve ark., 2022). Kabakgillerde aşı uyuşmasını etkileyen değişik faktörler vardır. Bunlar;

**6.1. Genetik Faktörler:** Aşı başarısında en önemli faktörlerden biridir. Anaç ve kalemin genetik açıdan birbiri ile uyumlu olması gerekir. Örneğin, *Cucurbita maxima*, güçlü büyümesi ve birçok kabakgil bitkisiyle uyumluluğu nedeniyle kabakgiller için anaç olarak kullanılmaktadır (Matsumoto ve ark., 2011). Yetişir ve Sarı (2004), *Lagenaria Siceraria*'nın *C. maxima* ve *C. moschata* türlerine göre karpuz için daha iyi anaç olduğunu ve aşı başarı düzeyinin %95'i bulduğunu belirtmektedirler.

**6.2. Fizyolojik Tepkiler:** Anaç ve kalem arasındaki fizyolojik etkileşimler aşı başarısında kritik öneme sahiptir. Aşı birleşiminde oksin birikimi, vasküler

bağlantının oluşumunu kolaylaştıran hücre bölünmesi ve farklılaşmasında önemli rol oynar (Yin ve ark., 2012). Araştırmalar, anaç ve kalemin uyumluluğunun aşı birleşim noktasında kaynaşmada etkili olduğunu, başarılı bir vasküler bağlantının meydana gelebileceğini göstermiştir (Devi ve ark., 2022).

**6.3.Çevre Koşulları:** Gerek aşılama sırasında gerekse de aşılama sonrası bakım koşullarının optimal olması gerekir. Sıcaklık, nem ve ışık yoğunluğu gibi faktörler anaçla kalem arasındaki uyuşma ve kaynaşmayı etkiler. Sıcaklık, nem ve ışıklandırma koşullarının protokollerde belirtilen şekilde sağlanması aşılama bitkilerinin hayatta kalma oranını oldukça artırmaktadır (Gratão ve ark. 2015).

**6.4. Mekanik Faktörler:** Aşılama kullanılan aşı metodu aşı uyuşmasında önemli faktörlerden biridir. Aşılama yapılacak teknik anaç ve kaleme göre seçilmektedir. Bununla beraber kabakgillerde yatay kesitli ve kakma aşı yöntemleri en başarılı tekniklerdir.

## 7. AŞILAMANIN EKONOMİK FİZİBİLİTESİ

Kabakgil bitkilerinin aşılama ekonomik uygulanabilirliğini değerlendirmede birincil hususlardan biri maliyet-fayda analizidir. Aşılama kullanılan anaçların birden çok yarar sağlaması istenir. Aşılama ile verim ve kalite artışı sağlamanın farklı yolları vardır. Toprak kökenli patojenlere karşı koruyucu etkisi nedeniyle verimde artış sağlamanın yanında, anaçın kuvvetli yapısından kaynaklanan verim ve kalite artışı da aşılamanın amaçlarındandır (Barrett ve ark., 2012; Al-Mawaali ve ark., 2019). Anaçın biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığının yanında kuvvetli kök yapısı ve kök absorpsiyon yeteneğinin yüksek olması hıyar ve kavunda aşı bitkilerinin verim ve kalitesinde önemli düzeyde artış sağlamaktadır (Kamel ve Taher, 2021).

Aşılama mekanizasyon kullanılması başlangıç yatırım maliyetlerini artırmaktadır. Bununla beraber aşılama giderlerini azaltması, başlangıç yatırımını tolere edecektir. Makinalı aşılama aşı ustalarının oluşturduğu iş gücünden tasarruf edilmesi bakımından önemlidir. Araştırmacılar kabakgillerde maliyeti düşürecek aşı makineleri ve diğer mekanizasyon giderleri için önemli gelişmeler sağlandığını ortaya koymaktadır. Mekanizasyon daha yaygın hale geldikçe, aşılama maliyeti düşmektedir. Böylece uzun vadede yatırım maliyetleri tolere edilebilmektedir (Chen ve ark., 2019).

Aşılamanın çevresel faydaları da ekonomik uygulanabilirliğinde rol oynamaktadır. Bitkinin hastalıklara ve zararlılara karşı direncini artırarak kimyasal girdilere olan ihtiyacı azaltmakta ve daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına imkan sağlamaktadır. Kimyasal kullanımındaki bu azalma üretim maliyetlerini düşürmekte ve tarımsal uygulamaların çevresel etkisi konusunda giderek artan endişeleri gidermede etkin rol oynamaktadır. Ayrıca aşılama, iklim değişikliği nedeniyle kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik streslere karşı kabakgil bitkilerinin dayanıklılığını artırmaktadır (Kamel ve Taher, 2021).

## **8. HASTALIK VE ZARARLI YÖNETİMİ**

Aşılama abiyotik stres faktörlerinin etkisinin azaltılması veya önlenmesinde önemli bir etkiye sahiptir. Kabakgillerde aşılama toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı başarıyla kullanılmakta, dayanıklı çeşitlerin ıslah edilememesi veya kimyasal mücadelenin yetersiz kaldığı durumlarda en etkili çözüm olmaktadır (Oda, 2002). Dayanıklı çeşit geliştirmenin zor ve zaman aldığı hatta imkansız olduğu günümüzde dayanıklı anaçlar geliştirmek daha kolay ve kısa zamanda gerçekleşmektedir (Lee ve Oda, 2003; Rivero ve ark., 2003).

Karpuzda aşılamanın temel amacı, kök-ur nematodları, *Fusarium oxysporum f. sp. niveum* ve *Verticillium spp.* gibi toprak kökenli patojenlere karşı direnç oluşturmaktır (Davis ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010). Karpuz çoğunlukla *L. siceraria*, *Cucurbita pepo L.*, *C. moschata Duch.* ve türler arası melez (*C. maxima* × *C. moschata*) anaçları üzerine aşılanmaktadır (King ve ark., 2010; Lee ve ark., 2010). *C. maxima* × *C. moschata* melezi üzerine aşılama karpuzda *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluğuna karşı dayanıklılık sağlamasının yanında verimde de önemli artış sağlamaktadır (Miguel ve ark., 2004). Biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık ve tolerantlıkları nedeniyle karpuz aşılamaında en sık kullanılan anaç türleri *L. siceraria*, *C. maxima* x *C. moschata* türler arası melezi ve yabani karpuzdur (*Citrullus spp.*) (Davis ve ark., 2008). *Verticillium* solgunluğu) karpuz yetiştiriciliğini sınırlandıran önemli hastalık etmenlerinden biridir ve karpuzun *V. dahliae*'ye direnci yoktur. Karpuzun dayanıklı anaçlar üzerine aşılama *Verticillium* solgunluğuna karşı başarılı bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Buller ve ark., 2013; Wimer ve ark., 2015).

Edelstein ve ark. (2010) ve Thies ve ark. (2010) *C. moschata* × *C. maxima* melez anaçları ve *L. siceraria* anaçlarının karpuzda kök-ur nematodlarına karşı yeterli dayanım sağlamadığını, bu anaçların yerine *C. lanatus var. citroides*'in *M. incognita* ve *M. arenaria*'ya karşı başarıyla kullanılabileceğini ve aynı zamanda karpuzda anaç ıslahı çalışmalarını için önemli bir germplazm kaynağı olduğunu belirtmektedirler. Bu karpuz anaçları *F.oxysporun f. sp. niveum*'un neden olduğu *Fusarium* solgunluğuna, *F.oxysporun f. sp. radices cucumerinum*'un neden olduğu *Fusarium crown* çürüklüğüne, *M. javanica* ve *M.incognita*'ya karşı yüksek düzeyde dayanıklılık sağlamak ve bu anaçlar üzerine aşılama aynı zamanda meyve kalitesinde herhangi bir kayıp oluşturmamaktadır (Cohen ve ark., 2014).

*F. oxysporum f. sp. cucumerinum*'un neden olduğu solgunluk hastalığı hıyarda ekonomik açıdan önemli bir hastalıktır (Martyn, 2012). Hıyarda aşılamanın ana amacı *Fusarium* solgunluğuna dayanıklılık ve düşük sıcaklığa tolerant sağlamaktır. Hıyarda aşılama için *C. ficifolia*, türler arası kabak melezleri ve balkabağı anaçları tercih edilmektedir (Dhall, 2015; Lee ve ark., 2010). Hıyarda *Fusarium* solgunluğuna karşı *C. maxima* × *C. moschata* melezleri, *Sycios angulatus* L., *C. ficifolia* ve *L. siceraria* türlerinden geliştirilen anaçlar aşılama başarıyla kullanılmaktadır (Papadaki ve ark., 2017). Pavlou ve ark. (2002) *C. ficifolia*, *C. moschata*, ve *C. maxima* anaçları üzerine aşılamanın hıyarda kök ve gövde çürüklüğüne karşı etkili olduğunu belirtmektedirler. Kavunda *Fusarium* solgunluğu ve kök çürüklüğüne neden olan patojenlere karşı dayanıklı çeşit geliştirilememektedir. Özellikle *Fusarium* solgunluk etmeninin bütün ırklarına karşı dayanıklılık elde edilememiştir. Bu etmenlerle mücadelede aşılama önemli avantajlar sağlamaktadır. Karpuzda aşılama kullanılan anaçlar kavunda da kullanılabilir (King ve ark., 2010; Lee ve ark., 2010). Kavunda aşılama toprak kökenli patojenlerden *Monosporascus cannonballus*, *F. oxysporum f. sp. melonis* ve *Stagonosporopsis spp.* ile kök-ur nematodlarına karşı başarıyla kullanılmaktadır (Cohen ve ark., 2000; Galatti ve ark., 2013; Zhou ve ark., 2014; Dhall, 2015).

## 9. AŞILAMANIN TUZ STRESİNE ETKİSİ

Aşılama, özellikle iklim değişikliği ve yoğun tarım uygulamaları nedeniyle artan toprak tuzluluğu bağlamında, kabakgil bitkilerinin tuzluluk toleransını artırmak için önemli bir tarımsal uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Araştırmalar, kabakgilleri tuza dayanıklı anaçlara aşılamanın, aşı bitkilerinin sürgünlerindeki sodyum birikimini etkili bir şekilde azaltabileceğini göstermektedir. Örneğin, çalışmalar hıyarın *Cucurbita moschata* üzerine aşılama, sürgünlere Na<sup>+</sup> taşınmasını önemli ölçüde azaltmakta ve böylece

bitkinin genel tuz toleransını artırmaktadır (Xie ve ark., 2015; Peng ve ark., 2023; Sun ve ark., 2018). Tuzlu koşullar altında aşılamanın faydalarını en üst düzeye çıkarmak için uygun anaçların seçimi kritik öneme sahiptir. Çeşitli kabakgill anaçlarının değerlendirildiği çalışmalarda, anaçların tuz stresine karşı gösterdiği toleransın çok değişken olduğu, bu nedenle tuzluluğa karşı aşılama yapıldığında anaç seçiminde dikkatli olunması gerektiği belirtilmektedir (Modarelli ve ark., 2020; Bayoumi ve ark., 2021).

Kavunda tuza tolerant anaçlar üzerine aşılama sürgünlerde Cl<sup>-</sup> ve Na<sup>+</sup> birikimini azaltmaktadır (Romero ve ark., 1997). Lifei ve ark. (2006), aşıllanmış hıyar bitkilerinin, aşısız bitkilere kıyasla NaCl stresi altında daha yüksek net fotosentez, stoma iletkenliği ve hücreler arası CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına sahip olduğunu belirtmektedirler. Tuz stresi altında, tuza dayanıklı anaç üzerine aşılama karpuzlarda bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi aşısız bitkilerden daha iyi olmaktadır. Aşılama karpuzun artan tuz toleransının, artan peroksidaz aktivitesi ve azalan süperoksit dismutaz aktivitesi ile bağlantılı olduğu bildirilmektedir (Liu ve ark., 2003; 2004).

## 10. AŞILAMANIN SICAK/SOĞUK TOLERANSINA ETKİSİ

Aşılamanın kabakgillerde, özellikle hıyar ve karpuzda soğuk ve sığağa dayanıklılığı artırmak için etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır. Aşılama sayesinde besin elementi absorpsiyonu artmakta, antioksidan kapasitesi gelişmekte ve hormonal aktivitelerin iyileşmesi sayesinde sıcaklık stresi altında aşılama bitkiler daha dirençli olmaktadır. İklim değişkenliği tarımsal üretim için zorluklar oluşturmaya devam ederken, kabakgillerin yetiştiriciliğinde aşılama abiyotik stres faktörleri için de önemli bir alternatif yöntemdir.

Aşılamanın en dikkat çekici etkilerinden biri, aşılansmış bitkilerin düşük sıcaklık koşullarında gelişmiş iyon absorpsiyon yetenekleridir. Bu durum aşılansmış bitkilerin aşılansmamış olanlara kıyasla üstün iyon alımı sergilediğini gösteren çalışmalarla belgelenmiştir (Anand, 2021; Li ve ark., 2015). Hıyarın *C. ficifolia* üzerine aşılansması soğuk toleransını önemli ölçüde artırmakta, antioksidan enzim aktiviteleri ve azalan oksidatif hasar sayesinde soğuk stresi altında kuvvetli bir büyüme oluşturmakta ve bitkinin fizyolojik performansı artmaktadır (Qi ve ark., 2022; Xu ve ark., 2018). Araştırmalar, karpuzun *C. maxima* ve *L. siceraria* gibi soğuğa dayanıklı anaçlara aşılansmasının soğuğa dayanıklılığı önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Karpuz dayanıklı anaçlar üzerine aşılansdığıında metil jasmonat ve melatoninin etkisiyle soğuğa direnci artırmaktadır (Li ve ark., 2021). Lu ve ark. (2021), belirli kabak anaçlarının farklı seviyelerde soğuk direnci sağladığını ve belirli genotiplerin düşük sıcaklıkların neden olduğu oksidatif stresi yönetme yetenekleri nedeniyle üstün tolerans sergilediğini belirtmektedirler.

Aşılansmış hıyar ve karpuz bitkileri soğuk stresi altında daha yüksek antioksidan seviyelerini koruyabilme yeteneği sayesinde soğuk stresinin neden olduğu reaktif oksijen türlerinin zararlı etkilerini hafifletmede hayati bir rol oynamaktadır (Ai ve ark., 2021; Zhen ve ark., 2010). Dahası, aşılansmış bitkiler genellikle olumsuz sıcaklık koşullarında hücrel bütünlüğün korunması için gerekli olan gelişmiş membran stabilitesi göstermektedir (Salah ve ark., 2022; Li ve ark., 2016). Anaç seçimi, aşılansmış hıyarların soğuk toleransını belirlemede çok önemlidir.

Düşük sıcaklık koşullarında aşılı bitkilerin kullanılması bitki besin elementlerinden daha fazla yararlanılmasının yanında erkenciliği de teşvik eder (Lu ve ark., 2021). Bu avantaj özellikle örtüaltı yetiştiriciliğinde ısıtma maliyetini düşürmesi bakımından önemlidir. Soğuğa toleransa ek olarak,

aşılama kabakgillerde yüksek sıcaklık toleransını da artırmaktadır. Araştırmalar, hıyarın yüksek sıcaklığa dayanıklı anaçlar üzerine aşılmasının bitki büyümesi ve verimlilik için kritik bir süreç olan fotosentezdeki stres kaynaklı azalmayı hafiflettiğini göstermiştir (Liu ve ark., 2016).

## 11. AŞILAMANIN KURAKLIK STRESİNE ETKİSİ

Bir yandan iklim değişikliği diğer yandan yarı kurak ve kurak ekolojilerdeki su yetersizliği kabakgil bitkilerinin yetiştiriciliğini tehdit etmektedir. Kuraklık, hücresel su potansiyelinin ve stoma iletkenliğinin azalması, fotosentezin inhibisyonu ve reaktif oksijen türlerinin birikmesi nedeniyle bitki büyümesini baskılamakta ve önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Altunlu ve Gül, 2011). Son yıllarda araştırmalar, *Solanaceae* ve *Cucurbitaceae* familyalarına ait türlerde aşılamanın kuraklık stresinin önlenmesi veya azaltılmasında da etkili olduğunu göstermiştir (Schwarz ve ark., 2010). Yapılan çalışmalar kabakgillerde aşılamanın kuraklık stresi bakımından çok önemli olduğunu ve su kullanım etkinliğini artırdığını ortaya koymaktadır. Aşılı bitkilerin kuraklığa dayanıklılığında hormonal reaksiyonların yanında anaçların kuvvetli gelişen ve toprak derinliklerine inebilen kök yapılarına sahip olması, kök absorpsiyon yeteneğinin yüksek olması ve anaçtan kaleme su ve hormonal akışın daha hızlı olmasında etkili olmaktadır.

Rouphael ve ark. (2008), *C. maxima* × *C. moschata* melez anacı üzerine aşılama karpuzların kuraklık stresi altında verim ve bitki gelişimini koruduğunu, kaliteyi artırdığını ve aşılı bitkilerin su kullanım etkinliğini artırdığını belirtmektedirler. Aşılı hıyarlar kurak koşullarda kontrol bitkilerine göre daha tolerant olmaktadır (Liu ve ark., 2016). Bu özellik aşılı bitkilerde antioksidatif enzimatik aktivitesinin daha yüksek olması, ABA salgısının



artması ve hızlı stoma kapanması ile kendini göstermektedir. Aşılı karpuzlarda kuraklık stresi oluştuğunda stomaların kapanmasında önemli rol oynayan ABA sentezi artırmakta ve terleme azalmakta (Rouphael ve ark., 2008), bitkinin sağlıklı kalması için hayati öneme sahip besin elementi alımı ve antioksidant aktivite hızlanmaktadır (Proietti ve ark., 2008). Kuraklık stresinin ve su kullanım etkinliğinin iyileşmesinde anaç seçiminin de önemli katkısı vardır. *C. maxima* × *C. moschata* melezi anaç olarak kullanıldığında karpuzun kuraklık stresine direnci önemli ölçüde artmaktadır. Kuraklık stresine dayanıklılıkta anacın kuvvetli gelişen kök sistemi etkili olmaktadır (Poor, 2015).

## 12. AŞILAMANIN BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ

Aşılama, günümüzde karpuz, hıyar, kavun ve kabakta diğer avantajlarının yanında bitki besin elementlerinin alımında da etkili olmaktadır. Aşılamanın azot, fosfor, magnezyum ve kalsiyum gibi makro besin elementlerinin absorpsiyonu ve taşınmasında etkisi bilinmektedir. Örneğin, aşılanmış karpuz bitkileri, düşük azot koşullarında aşılanmamış bitkilere göre daha fazla azot almakta ve daha güçlü gelişmektedirler (Nawaz ve ark., 2018; , Chen ve ark., 2022). Benzer şekilde, aşılama bitki büyümesi ve gelişimi için kritik öneme sahip olan fosfor ve potasyum emilimini de artırmaktadır (Gülüt ve ark., 2021). Makro besin elementlerinin yanında aşılı bitkilerde mikro besin elementi absorpsiyonu da daha yüksektir. Anaçların genetik yapısı ve anaç-kalem etkileşimi besin elementi alımını önemli ölçüde etkilemektedir. Aşılı bitkilerin besin elementi alımı ve taşınması anaçlara göre farklılık göstermektedir (Yetişir ve ark., 2013).

Normal koşulların dışında abiyotik stres faktörleri altında da besin elementi alımı artmaktadır. Tuz ve kuraklık stresi altında karpuzun besin elementi alımı aşılama ile artmaktadır (Colla ve ark., 2006; Morales ve ark., 2023).

Aşılamanın besin elementi alımına etkisi hıyar ve kavunda da belirgindir. Araştırmalar, hıyarın dayanıklı anaçlar üzerine aşılması besin elementi absorpsiyonunu artırmaktadır. Benzer şekilde, aşılansmış kavun bitkilerinde de besin elementi alımı artmakta, verim ve kalite iyileşmektedir. Ayrıca, anaç ve kalem arasındaki etkileşim, aşılansmış bitkilerin besin elementi alımında etkili olmaktadır. Örneğın, karpuzun belirli kabak anaçlarına aşılması besin elementi alımını artırmakta ve vejetatif gelişme ve meyve iriliğini artırmaktadır (Yetişir ve ark., 2013). Aşılansmış bitkilerde besin elementi alımını artırmasının mekanizması çeşitlilik gösterir. Aşılama, kök morfolojisini değiştirmekte, kök yüzey alanını artırmakta ve toprağa daha etkili tutunarak besin elementlerinden daha fazla yararlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca, aşılama bitki besin elementlerinin taşınması ve metabolizmasıyla ilişkili genlerin ifadesini etkilemekte, bitkinin mevcut besinleri kullanma yeteneğini daha da artırmaktadır (Yetişir ve ark., 2013; Wu ve ark., 2021). Kavunda aşılamaya bağlı olarak gövde kalınlığının artması sayesinde bitki besin elementi alımı ve yukarıya taşınması daha hızlı olmaktadır (Gouda ve ark., 2021).

### **13. AŞILAMANIN VERİM VE KALİTEYE ETKİSİ**

Aşılama kabakgil bitkilerinde bitki gelişimi, verim ve kalite üzerinde önemli etkiye sahiptir. *C. maxima* ve *C. moschata* gibi güçlü anaçlar üzerine aşılans hıyarlarda verimde önemli artış sağlanmaktadır (Bayoumi ve ark., 2021; Farhadi ve ark., 2016). Karpuzda güçlü anaçlar üzerine aşılama yapıldığında verim ve meyve iriliği önemli düzeyde artmaktadır (Fredes ve Rojas., 2016; Jordana ve ark., 2023). Aşılansmış bitkilerin büyüme parametreleri de belirgin bir iyileşme göstermektedir. Aşılama, artan gövde çapı, yaprak alanı ve bitki boyu dahil olmak üzere gelişmiş vejetatif büyüme ile ilişkilidir (Dawa ve Khamis., 2021). Büyüme artışı, özellikle tuzluluk veya kuraklık gibi stres

koşulları altında anaçların suya ve besinlere daha iyi erişim sağlama yeteneğine atfedilmektedir (Bayoumi ve ark., 2021).

Aşılınmış bitkilerde meyve kalitesi anaç seçiminden etkilenen bir diğer kritik husustur. Aşılınmış hıyarların daha fazla C vitamini ve suda çözünür kuru madde miktarına sahip olduğu bildirilmektedir (Alharbi ve ark., 2018). Ancak kalite üzerindeki etkiler kullanılan anaçlara bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Aşılama kalite özelliklerini artırdığı gibi, anaca bağlı olarak azalabilmektedir. Örneğin kavunda türler arası melez anaçlar üzerine aşılama verimi artırırken, meyve kalitesinde kayıplara neden olmaktadır (Tan ve ark., 2022; Guan ve Zhao., 2015). Aşılama verim ve kalite dışında erkencilik bakımından da avantaj sağlamaktadır. Guan ve ark., (2018), hıyarda aşılamanın verimin yanı sıra erkenciliği de teşvik ettiği, özellikle örtü altında yapılan yetiştiriciliklerde bu özelliğin büyük avantajlar sağladığını belirtmektedirler. Verim ve erkencilikte anaç-kalem uyumu da önemli rol oynar. Aşı uyumunun zayıf olduğu aşı kombinasyonlarında bitki gelişimi, verim ve kalite de zayıf kalmaktadır.

Aşılamanın verim ve kaliteye etkisinin fizyolojik mekanizması incelendiğinde çeşitli metabolik aktivitelerin etkili olduğu görülmektedir. Aşılınmış hıyarlarda meyve olgunlaşması, tat ve aroma için çok önemli olan şeker metabolizması ve fitohormonların faaliyetinde ilgili genlerin ifadesinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bu fizyolojik değişiklikler tüketici memnuniyeti için kritik olan tat ve aroma gibi meyve kalite parametrelerini iyileştirmektedir. Ayrıca, aşılama kavunda antioksidan savunma sistemlerini geliştirerek verim ve kalitenin yanında çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılıklarını artırmaktadır (Kuşvuran ve ark., 2021). Aşılınmış kabakgil bitkilerinde verim ve kalite artışı optimal yetiştirme koşullarında daha belirgin ortaya çıkmaktadır (Jang ve ark., 2011; Ding ve ark., 2022).

## KAYNAKÇA

- Ai, X., Zhang, X., Fu, X., Liu, F., Wang, Y., & Bi, H. (2021). Hydrogen sulfide improves the cold stress resistance through the csarf5-csdreb3 module in cucumber. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(24), 13229.
- Alabouvette, C., Rouxel, F., Louvet, J., Bremeersch, P., & Mention, M. (1974). The search for a rootstock resistant to *Phomopsis sclerotioides* and *Verticillium dahliae* for greenhouse melon and cucumber growing. *PHM 152*: 19–24.
- Alharbi, A. A., & Alzahrani, A. M. (2018). Grafting improves cucumber water stress tolerance in Saudi Arabia. *\*Saudi Journal of Biological Sciences\**, 25(1), 1-7.
- Al-Mawaali, Q., Al-Sadi, A., Al-Said, F., Rahman, M., Al-Zakwani, I., Ali, A., Al-Yahyai, M. & Deadman, M. (2019). Effect of grafting on resistance to vine decline disease, yield and fruit quality in muskmelon cv. sawadi. *Journal of Agricultural and Marine Sciences [Jams]*, 23(1), 2.
- Altunlu, H., & Gul, A. (2011). Increasing drought tolerance of tomato plants by grafting. In *V Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes 960*: 183-190.
- Anand, K. (2021). Grafting parthenocarpic cucumber for yield and quality. *VegSci*, 48(02), 172-177.
- Aydin, A., Yetişir, H., Başak, H., Güngör, R., Şengöz, S., & Çetin, A. (2022). Investigation of appropriate grafting method and plant applications to increase grafting success in cucumber. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(2), 275-284.
- Balkaya, A., 2013. Aşılı Karpuz Yetiştiriciliğinde Meyve Kalitesini Etkileyen Faktörler. *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 6, 6-9.
- Ban, S., anić, K., Dumičić, G., Raspudić, E., Selak, G., & Ban, D. (2014). Growth and yield of grafted cucumbers in soil infested with root-knot nematodes. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(1), 29-34.
- Barrett, C., Zhao, X., & Hodges, A. (2012). Cost benefit analysis of using grafted transplants for root-knot nematode management in organic heirloom tomato production. *Horttechnology*, 22(2), 252-257.

- Bayoumi, Y., Abd-Alkarim, E., El-Ramady, H., El-Aidy, F., Hamed, E. S., Taha, N., ... & Rakha, M. (2021). Grafting improves fruit yield of cucumber plants grown under combined heat and soil salinity stresses. *Horticulturae*, 7(3), 61.
- Buller, S., Inglis, D., & Miles, C. (2013). Plant growth, fruit yield and quality, and tolerance to verticillium wilt of grafted watermelon and tomato in field production in the Pacific Northwest. *HortScience*, 48(8), 1003-1009.
- Burkhardt, A. & Day, B. (2013). A genomics perspective on cucurbit-oomycete interactions. *Plant Biotechnology*, 30(3), 265-271.
- Chen, X., Guo, P., Wang, Z., Liang, J., Li, G., He, W., & Zhen, A. (2022). Grafting improves growth and nitrogen-use efficiency by enhancing NO<sub>3</sub><sup>-</sup> uptake, photosynthesis, and gene expression of nitrate transporters and nitrogen metabolizing enzymes in watermelon under reduced nitrogen application. *Plant and Soil*, 480(1), 305-327.
- Chen, Y., Chang, W., Wang, S., & Lin, S. (2019). Development of a grafting method and healing conditions to improve cabbage head quality. *Horttechnology*, 29(1), 57-64.
- Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., & Koren, A. (2007). Introducing grafted cucurbits to modern agriculture: the Israeli experience. *Plant Disease*, 91(8), 916-923.
- Cohen, R., S. Pivonia, Y. Burger, M. Edelstein, A. Gamliel, & J. Katan. 2000. Toward integrated management of *Monosporascus* wilt of melons in Israel. *Plant Dis.* 84:496-505.
- Cohen, R., Tyutyunik, J., Fallik, E., Oka, Y., Tadmor, Y. & Edelstein, M. (2014) Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. *Scientia Horticulturae* 165, 203-210.
- Colla, G., Roupahel, Y., Cardarelli, M., & Rea, E. (2006). Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience*, 41(3), 622.
- Davis, A.R., P. Perkins-Veazie, Y. Sakata, S. Lopez-Galarza, J.V. Maroto, S.G. Lee, Y.C. Huh, Z. Sun, A. Miguel, S.R. King, & R. Cohen. 2008. Cucurbit grafting. *Crit. Rev. Plant Sci.* 27:50-74

- Dawa, D., & Khamis, M. (2021). The effect of grafting on cucumber production under high plastic tunnels. *Journal of Plant Production*, 28(1), 1-10.
- Devi, P., DeVetter, L., Kraft, M., Shrestha, S., & Miles, C. (2022). Micrographic view of graft union formation between watermelon scion and squash rootstock. *Frontiers in Plant Science*, 13.
- Devi, P., Lukas, S., & Miles, C. (2020). Advances in watermelon grafting to increase efficiency and automation. *Horticulturae*, 6(4), 88.
- Dhall, R.K. 2015. Breeding for biotic stresses resistance in vegetable crops: a review. *J. Crop Sci. Technol.* 4:13–27.
- Ding, Y., & Zhang, Y. (2022). Low plant density improves fruit quality without affecting yield of cucumber in different cultivation periods in greenhouse. *Agronomy*, 12(6), 1-10.
- Edelstein, M., Oka, Y., Burger, Y., Eizenberg, H. & Cohen, R. (2010) Variation in the response of cucurbits to *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Israel Journal of Plant Sciences*, 58, 77–84
- Edelstein, M., Tadmor, Y., Abo-Moch, F., Karchi, Z., & Mansour, F. (2000). The potential of lagenaria rootstock to confer resistance to the carmine spider mite, *tetranychus cinnabarinus* (acari: tetranychidae) in cucurbitaceae. *Bulletin of Entomological Research*, 90(2), 113-117.
- El-Kersh, M., El-Meniawy, S., & Elhady, S. (2016). Grafting can modulate watermelon growth and productivity under egyptian conditions. *Journal of Plant Production*, 7(9), 915-922.
- Farhadi, A., Aroei, H., Nemati, H., Salehi, R., & Giuffrida, F. (2016). The effectiveness of different rootstocks for improving yield and growth of cucumber cultivated hydroponically in a greenhouse. *Horticulturae*, 2(1), 1.
- Galatti, F.S., A.J. Franco, L.A. Ito, H.C.O. Charlo, L.A. Gaion, & L.T. Braz. 2013. Rootstocks resistant to *Meloidogyne incognita* and compatibility of grafting in net melon. *Ceres* 60:432–436.
- Gioia, F., Aprile, A., Sabella, E., Santamaria, P., Pardossi, A., Miceli, A., ... & Nutricati, E. (2017). Grafting response to excess boron and expression analysis of genes coding boron transporters in tomato. *Plant Biology*, 19(5), 728-735.

- Gisbert, C., Cáceres, A., Martín, G., Garcés-Claver, A., González, V., Gómez-Guillamón, M., ... & Sirvent, M. (2020). Interspecific hybrids of wild cucumis species ('fian' and 'fimy'): new rootstocks for melon highly resistant to biotic soil stress. *Acta Horticulturae*, 1294, 169-172.
- Gouda, Y., El-Meniawy, S. M., Elhady, S. A., & Ragab, M. E. (2021). Performance of grafted and non-grafted cantaloupe plants undergo different fertilization rates of nitrogen, phosphorus, and potassium. *Egyptian Journal of Horticulture*, 48(2), 277-291.
- Gratão, P., Monteiro, C., Tezotto, T., Carvalho, R., Alves, L., Peters, L., ... & Azevedo, R. (2015). Cadmium stress antioxidant responses and root-to-shoot communication in grafted tomato plants. *Biometals*, 28(5), 803-816.
- Guan, W. & Zhao, X. (2015). Effects of grafting methods and root excision on growth characteristics of grafted muskmelon plants. *Horttechnology*, 25(6), 706-713.
- Guan, W., Egel, D. S., Sutterer, L. D., & Plummer, A. D. (2018). Early-season production of grafted seedless cucumbers in high tunnels. *HortTechnology*, 28(1), 74-79.
- Gülüt, K. Y., Duymuş, E., Solmaz, İ., & Torun, A. A. (2021). Nitrogen and boron nutrition in grafted watermelon II: Impact on nutrient accumulation in fruit rind and flesh. *Plos one*, 16(5), e0252437.
- Haroldsen, V., Szczerba, M., Aktaş, H., López-Baltazar, J., Odias, M., Chi-Ham, C., ... & Powell, A. (2012). Mobility of transgenic nucleic acids and proteins within grafted rootstocks for agricultural improvement. *Frontiers in Plant Science*, 3.
- Hoyo, H. (2010). Transplant or graft? Hroch and the Mexican patriotic movements. *Nationalities Papers*, 38(6), 793-812.
- Jang, H. J., & Lee, J. M. (2011). Effects of light intensity and relative humidity on photosynthesis, growth, and graft-take of grafted cucumber seedlings during healing and acclimatization. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52(4), 1-10.

- Johnson, S.J. & Miles, C. A. (2011). Effect of healing chamber design on the survival of grafted eggplant, tomato, and watermelon. *HortTechnology*, 21(6), 752-758.
- Jordana, C. N., Stapleton, S. C., Colee, J. C., Lee, S., Gao, Z., Ray, Z. T., ... & Zhao, X. (2023). How does watermelon grafting impact fruit yield and quality? A systematic review. *HortScience*, 58(8), 836-845.
- Kamel, S. & Taher, D. (2021). Grafting cucumber onto interspecific cucurbita hybrid rootstocks to improve productivity and control wilt disease caused by fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum. *Journal of Plant Production*, 12(1), 41-47.
- King, S.R., A.R. Davis, X. Zhang, & K. Crosby.2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Sci. Hort.* 127:106–111.
- Kubota, C. (2016). History of vegetable grafting. *Grafting Manual: How to produce grafted vegetable plants*. USDA NIFA, 1-5.
- Kubota, C., McClure, M. A., Kokalis-Burelle, N., Bausher, M. G., & Roskopf, E. N. (2008). Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. *HortScience*, 43(6), 1664-1669.
- Kubota, C., Meng, C., Son, Y. J., Lewis, M., Spalholz, H., & Tronstad, R. (2017). Horticultural, systems-engineering and economic evaluations of short-term plant storage techniques as a labor management tool for vegetable grafting nurseries. *Plos One*, 12(2), e0170614.
- Kuşvuran, S., & Yıldız, M. (2021). Role of grafting in tolerance to salt stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Ion regulation and antioxidant defense systems. *Biotech Studies*, 30(1), 1-10.
- Kuşvuran, Ş., Kaya, E. D., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. (2021). Role of grafting in tolerance to salt stress in melon (*Cucumis melo* l.) plants: ion regulation and antioxidant defense systems. *Biotech Studies*, 30(1), 22-32.
- Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience*, 29(4), 235-239.
- Lee, J. M., & Oda, M. (2003). Grafting of vegetables. In: K. T. T. (Ed.), *Vegetable Grafting: Principles and Practices* (pp. 1-20). Springer.



- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Echevarria, P. H., Morra, L., & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 93-105.
- Lee, J.M., & Oda, M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hortic. Rev.* 28:1–124.
- Lee, S. G., Seong, K. C., Moon, J. H., Kim, K. Y., & Ko, K. D. 2001. Effects of root pruning insertion grafting on root activity, trans-zeatin content and yield of watermelon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42: 155–157.
- Levi, A., Thies, J., Ling, K., Simmons, A., Kousik, C., & Hassell, R. (2009). Genetic diversity among *lagenaria siceraria* accessions containing resistance to root-knot nematodes, whiteflies, zymv or powdery mildew. *Plant Genetic Resources*, 7(03), 216-226.
- Li, H., Guo, Y., Lan, Z., Xu, K., Chang, J., Ahammed, G., ... & Zhang, X. (2021). Methyl jasmonate mediates melatonin-induced cold tolerance of grafted watermelon plants. *Horticulture Research*, 8(1).
- Li, J., Li, H., Quan, X., Shan, Q., Wang, W., Yin, N., ... & He, W. (2022). Comprehensive analysis of cucumber c-repeat/dehydration-responsive element binding factor family genes and their potential roles in cold tolerance of cucumber. *BMC Plant Biology*, 22(1).
- Li, Y., Tian, X., Wei, M., Shi, Q., Yang, F., & Wang, X. (2015). Mechanisms of tolerance differences in cucumber seedlings grafted on rootstocks with different tolerance to low temperature and weak light stresses. *Turkish Journal of Botany*, 39, 606-614.
- Lifei, Y., Yuelin, Z., Chunmei, H., Zhenglu, L., & Guwen, Z. (2006). Effects of NaCl stress on the contents of the substances regulating membrane lipid oxidation and osmosis and photosynthetic characteristics of grafted cucumber. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 26(6), 1195-1200.
- Liu, H. Y., Zhu, Z. J., Lu, G. H., & Qian, Q. Q. 2003. Study on relationship between physiological changes and chilling tolerance in grafted watermelon seedlings under low temperature stress, *Scientia Agriculturae Sinica*. 36: 1325–1329.

- Liu, Y. Q., Liu, S.Q., & Hang, H. B. 2004. Effect of salt-tolerant stock on growth, yield, and quality of watermelon, Shandong. *Agri Sci.* 4: 30–31.
- Liu, Y., Zhang, Y., & Wang, Y. (2016). Effects of grafting on growth and water use efficiency of cucumber under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 178, 1-8.
- López-Gómez, M., Talavera, M., & Verdejo-Lucas, S. (2015). Differential reproduction of *meloidogyne incognita* and *m. javanica* in watermelon cultivars and cucurbit rootstocks. *Plant Pathology*, 65(1), 145-153.
- Lu, K., Sun, J., Li, Q., & Jin, S. (2021). Effect of cold stress on growth, physiological characteristics, and calvin-cycle-related gene expression of grafted watermelon seedlings of different gourd rootstocks. *Horticulturae*, 7(10), 391.
- Martyn, R.D., & Vakalounakis D.J. 2012. *Fusarium* wilts of greenhouse cucurbits: melon, watermelon, and cucumber. In: Gullino ML, Katan J, Garibaldi A, editors. *Fusarium wilts of greenhouse vegetable and ornamental crops*. APS PRESS, St. Paul, MN. 298–305.
- Matsumoto, Y., Ogawara, T., Miyagi, M., Watanabe, N., & Kuboyama, T. (2011). Response of wild cucumis species to inoculation with *fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1,2y. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 80(4), 414-419.
- Miguel, A., Maroto, J. V., San Bautista, A., Baixauli, C., Cebolla, V., Pascual, B., ... & Guardiola, J. L. (2004). The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of *Fusarium wilt*. *Scientia Horticulturae*, 103(1), 9-17.
- Modarelli, G. C., Roupheal, Y., Pascale, S. D., Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Orsini, F., ... & Gianquinto, G. (2020). Appraisal of salt tolerance under greenhouse conditions of a cucurbitaceae genetic repository of potential rootstocks and scions. *Agronomy*, 10(7), 967.
- Morales, C., Riveros-Burgos, C., Espinoza Seguel, F., Maldonado, C., Mashilo, J., Pinto, C., & Contreras-Soto, R. I. (2023). Rootstocks comparison in grafted watermelon under water deficit: effects on the fruit quality and yield. *Plants*, 12(3), 509.

- Navitasari, L., Joko, T., Murti, R., & Arwiyanto, T. (2020). Rhizobacterial community structure in grafted tomato plants infected by *ralstonia solanacearum*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(10).
- Nawaz, M. A., Han, X., Chen, C., Zheng, Z., Shireen, F., Bie, Z., & Huang, Y. (2018). Nitrogen use efficiency of watermelon grafted onto 10 wild watermelon rootstocks under low nitrogen conditions. *Agronomy*, 8(11), 259.
- Oda, M. (1999). Grafting of vegetables to improve greenhouse production. *Food & Fertilizer Technology Center Extension Bulletin* 480:1–11.
- Oda, M. (2002). Grafting of vegetable crops. *Sci. Rep. Agric. Biol. Sci., Osaka Pref. Univ.* 53: 1–5.
- Papadaki, A. M., Bletsos, F. A., Eleftherohorinos, I. G., Menexes, G., & Lagopodi, A. L. (2017). Effectiveness of seven commercial rootstocks against verticillium wilt and their effects on growth, yield, and fruit quality of tomato. *Crop Protection*, 102, 25-31.
- Pavlou, G. C., Vakalounakis, D. J., & Ligoxigakis, E. K. (2002). Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. *Plant Disease*, 86(4), 379-382.
- Poor, P. (2015). Rootstock effects on the drought resistance of grafted watermelon. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 90(4), 421-426.
- Proietti, S., & Massantini, R. (2008). Quality of grafted mini-watermelon: Effects of rootstock and irrigation. *Acta Horticulturae*, 767, 195-200.
- Qi, C., Dong, D., Li, Y., Wang, X., Guo, L., Liu, L., ... & Guo, Y. (2022). Heat shock-induced cold acclimation in cucumber through *chsfa1d*-activated jas biosynthesis and signaling. *The Plant Journal*, 111(1), 85-102.
- Rivero, R. M., Ruiz, J. M., & Romero, L. (2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Journal of food agriculture and environment*, 1, 70-74.
- Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L., & Ruiz, J. M. (1997). Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in

- melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 43(4), 855-862.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2008). Grafting as a tool to improve yield and quality of vegetable crops. *HortScience*, 43(6), 1951-1956.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Colla, G., & Rea, E. (2008). Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43(3), 730-736.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E., & Colla, G. (2012). Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto cucurbita hybrid rootstocks. *Photosynthetica*, 50(2), 180-188.
- Rouphael, Y., Venema, J., Edelstein, M., Savvas, D., Colla, G., Ntatsi, G., ... & Schwarz, D. (2017). Grafting as a tool for tolerance of abiotic stress..., 171-215.
- Salah, R., Zhang, R., Xia, S., Song, S., Hao, Q., Hashem, M., ... & Lai, Y. (2022). Higher phytohormone contents and weaker phytohormone signal transduction were observed in cold-tolerant cucumber. *Plants*, 11(7), 961.
- Schwarz, D., Rouphael, Y., Colla, G., & Venema, J. H. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 162-171.
- Sugiyama, M., Sakata, Y., & Ohara, T. (2006). The history of melon and cucumber grafting in Japan. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Sustainability through Integrated and Organic (pp. 217-228).
- Sun, J., Cao, H., Cheng, J., He, X., Sohail, H., Niu, M., ... & Bie, Z. (2018). Pumpkin *cmhkt1;1* controls shoot  $Na^+$  accumulation via limiting  $Na^+$  transport from rootstock to scion in grafted cucumber. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(9), 2648.
- Tan, Y., & Zhang, Y. (2022). Effects of different rootstock grafting on yield and quality of cucumber. *Trends in Horticulture*, 5(2), 1-10.

- Thies, J.A., Ariss, J.J., Hassell, R.L., Olson, S., Kousik, C.S. & Levi, A. (2010) Grafting formangement of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in watermelon. *Plant Disease* 94, 1195–1199.
- Trentini, L., & Maioli, B. (1989). The technique of grafting for aubergine and melon. *Colture Protette*, 18(2): 48-51.
- Vieira, L., Sá, R., & Randau, K. (2019). Anatomical and histochemical characterization of leaves of *Luffa cylindrica* (L.) m. roem. *Pharmacognosy Journal*, 11(3), 511-514.
- Vuruskan, M. A., (1989). Farklı aşı yöntemlerinin patlıcan/ domates aşı kombinasyonunda başarı ve verim üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara. 77 s.
- Wang, Y., & Zhang, Y. (2023). Transcriptome analyses revealed the wax and phenylpropanoid biosynthesis pathways related to disease resistance in rootstock-grafted cucumber. *Plants*, 12(16), 1-15.
- Wimer, J., D. Inglis, & Miles, C. (2015). Evaluating grafted watermelon for verticillium wilt severity, yield, and fruit quality in Washington State. *HortScience* 50:1332–1337.
- Wu, W., Zhao, H., Deng, Q., Yang, H., Guan, X., Qi, R., ... & Hu, Z. (2021). The novel cucurbitaceae miRNA ClmiR86 is involved in grafting-enhanced phosphate utilization and phosphate starvation tolerance in watermelon. *Plants*, 10(10), 2133.
- Xie, J., Lei, B., Niu, M., Huang, Y., Kong, Q., & Bie, Z. (2015). High throughput sequencing of small rnas in the two cucurbita germplasm with different sodium accumulation patterns identifies novel micrnas involved in salt stress response. *Plos One*, 10(5), e0127412.
- Xu, Y., Yuan, Y., Du, N., Yu, W., Shu, S., Sun, J., ... & Guo, S. (2018). Proteomic analysis of heat stress resistance of cucumber leaves when grafted onto *Momordica* rootstock. *Horticulture Research*, 5(1).
- Yarsi, G. (2003). Sera kavun yetiştiriciliğinde aşılı fide kullanımının verim, meyve kalitesi ve bitki besin maddeleri alımı üzerine etkilerinin araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana. 149 s.

- Yetişir, H., & Karaca, F. (2018). Assessment of rooting capability and rootstock potentials of some turkish bottle gourd (*lagenaria siceraria*) accessions used as rootstocks for watermelon [*citrullus lanatus* (thunb.) matsum. & nakai]. *Asian Research Journal of Agriculture*, 9(1), 1-10.
- Yetisir, H., Özdemir, A. E., Aras, V., Candır, E., & Aslan, Ö. (2013). Rootstocks effect on plant nutrition concentration in different organ of grafted watermelon. *Agricultural Sciences*, 4(5), 230-237.
- Yetişir, H., & Sari, N. (2004). Effect of hypocotyl morphology on survival rate and growth of watermelon seedlings grafted on rootstocks with different emergence performance at various temperatures. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(4), 231-237.
- Yetişir, H. (2001). Karpuzda aşılı fide kullanımının bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri ile aş yeriinin histolojik açıdan incelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 179 s.
- Yin, H., Yan, B., Sun, J., Jia, P., Zhang, Z., Yan, X., ... & Liu, H. (2012). Graft-union development: a delicate process that involves cell-cell communication between scion and stock for local auxin accumulation. *Journal of Experimental Botany*, 63(11), 4219-4232.
- Zhen, A., Bie, Z., Huang, Y., Liu, Z., & Li, Q. (2010). Effects of scion and rootstock genotypes on the anti-oxidant defense systems of grafted cucumber seedlings under nacl stress. *Soil Science & Plant Nutrition*, 56(2), 263-271.
- Zhou, X., Wu, Y., Chen, S., Chen, Y., Zhang, W., Sun, X., & Zhao, Y. (2014). Using *Cucurbita* rootstocks to reduce fusarium wilt incidence and increase fruit yield and carotenoid content in oriental melons. *HortScience*, 49(11), 1365-1369.



## **BÖLÜM 8**

### **KABAKGİLLERDE TUZ STRESİ**

Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544278>

---

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu, Çankırı, Türkiye. skusvuran@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-1270-6962





## GİRİŞ

Bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen çevresel stres faktörleri verimde azalmaya neden olan en önemli etmenlerden biridir. Abiotik stres faktörleri olarak değerlendirilen bu stres koşulları arasında tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi etmenleri içermektedir (Takahashi ve Shinozaki 2019).

Bitkisel verimliliği etkileyen kayıpların %50'si tuz stresi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Tuzluluğun, tarım ve gıda güvenliği üzerinde belirgin bir etkisi vardır. Bu yüzden, tuz stresine dayanıklılığın sağlanması, dünya genelinde gıda güvenliğinin güçlenmesine ve tarımın sürdürülebilir bir biçimde devam etmesine olanak tanıyan önemli bir faktördür (Zhao ve ark. 2021; Chen ve ark., 2024).

Tuzluluk, bitkilerin büyümesini ve gelişimini, dolayısıyla verimini olumsuz yönde etkileyen temel kısıtlayıcı faktörlerden biridir. Toprakta bulunan kalsiyum, magnezyum, klor ve sülfat seviyelerinin değişimlerine bağlı olarak ortaya çıkabilir. Özellikle sodyum ve sodyum karbonat tuzlarının neden olduğu alkalın hidroliz bu duruma yol açmaktadır (Torun, 2023).

Tuz stresi bitkilerde farklı fizyolojik süreçleri engelleyerek zarar vermektedir. Topraktaki sodyum (Na) seviyesinin artması, bitkilerin su ve besin alımını kısıtlamaktadır. Tuz stresi, ozmotik stres, iyonik stres, su eksikliği ve beslenme dengesizliği gibi birincil streslere neden olurken, oksidatif stres bu birincil streslerin bir sonucu olarak ortaya

çıkart ve aynı zamanda ikincil bir stres faktörü olarak işlev görmektedir. Tuz stresi, çeşitli fizyolojik ve moleküler değışikliklere yol açarak fotosentez oranını düşürmekte ve bitkilerin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Van Zelm ve ark., 2020; Gong, 2021).

Kabakgiller (Cucurbitaceae) familyası, kavun (*Cucumis melo*), karpuz (*Citrullus lanatus*), hıyar (*Cucumis sativus*), kışlık bal kabağı (*Cucurbita moschata*), lif kabağı (*Luffa cylindrica*) ve yazlık kabağı (*Cucurbita pepo*) gibi önemli ekonomik değere sahip olan türleri bünyesinde bulundurmaktadır. Ancak bu bitkiler, özellikle tuz stresi olmak üzere bir dizi biyotik ve abiyotik stres karşısında farklı tepkiler göstermektedir. Günümüzde, tuz stresi, kabakgiller gibi ekonomik açıdan önemli ürünlerin verim ve kalitesini önemli ölçüde kısıtlayan kritik bir abiyotik faktördür.

## 1. TUZ STRESİNİN ETKİLERİ

### 1.1. Çimlenme

Çimlenme, bitkilerin büyüme ve gelişimini belirleyen temel ve dinamik bir süreçtir. Bitkisel üretimde düşük çimlenme oranları, yetiştiriciliği sınırlandıran dolayısıyla ekonomik zararlara neden olan ana nedenlerden biridir. Tohum çimlenme süreci üç ayrı faza ayrılabilir. Birinci faz tohumun su alımı ile başlar, ikinci faz enzimatik aktivitenin ve metabolik süreçlerin aktivasyonu ve üçüncü faz kök uzamasını içeren bir çimlenme sonrası fazdır ve ardından fide oluşumu gelmektedir. Tuzluluk, tohum çimlenmesini engelleyerek ya da düşük seviyelerde dormansinin başlamasını teşvik ederek birçok olumsuz

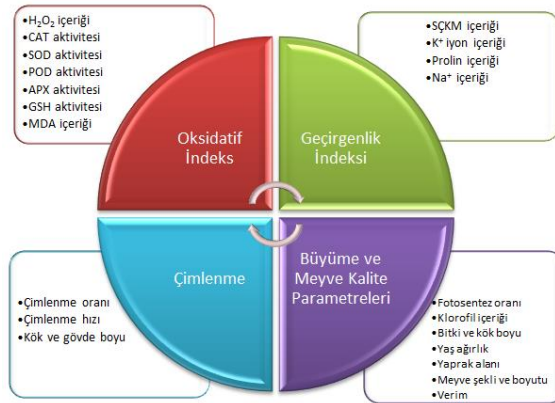
etkiye neden olmaktadır. Yüksek düzeydeki tuzluluk ortamdaki suyun ozmatik potansiyelinde azalmaya yola açar. Düşük ozmotik potansiyelden dolayı imbibisyonun (suyu çekme gücü) azalması, toksisite nedeni ile enzimatik aktivitenin değişmesi, protein metabolizmasının engellenmesi, bitki büyüme regülatörlerinin dengesinin bozulması, tohumdaki besidokunun kullanımının azalması ya da hücrelerin mitoz bölünmesinin engellenmesiyle gerçekleşmektedir (Uçarlı, 2020; Kurgan, 2022; Kesh ve ark., 2022). Kavunda tuz stresinin çimlenme, büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilediği değerlendirilmiş, ozmotik stres, iyon-spesifik fitotoksik etkiler ve oksidatif stres yoluyla tohum çimlenmesinin engellendiği ifade edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen bir çalışmada, farklı düzeylerde tuz stresinin kavunda çimlenme (%) ve çimlenme oranı indeksi (tohum/gün) bakımından kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiği ifade edilmiştir. Tuz stresi seviyesindeki Na ve Cl iyon toksitesi ve ozmotik basınçta meydana gelen değişim ile birlikte çimlenmenin metabolik süreçlerinde değişikliğe yol açtığı, ozmotik stresin, solunum yoluyla nişasta sentez reaksiyonlarını ve enerji üretim sürecini (adenozin trifosfat - ATP) etkilediği, çimlenme, çimlenme oranı endeksinin azalmasına ve dolayısıyla çimlenme süresinin gecikmesine neden olduğu rapor edilmiştir (Oliveira ve ark., 2019). Tuz stresinin, bitkilerde çimlenmede gecikme, çimlenme oranında azalma, bitki kök ve boyunda azalmaya neden olduğunu ifade eden Abdel-Farid ve ark. (2020), hıyarda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme süresinde artış meydana geldiğini, bu artışın özellikle 200 mM NaCl uygulamasında ön plana

çıkıldığını ifade etmişlerdir. Kabakgil familyasına ait farklı türlerin (misk kavunu, su kabağı, kabak) yer aldığı çalışmada beş farklı NaCl düzeyine yer verilmiş (T0 = kontrol, T1 = 1,5 dS m<sup>-1</sup>, T2 = 3,0 dS m<sup>-1</sup>, T3 = 4,5 dS m<sup>-1</sup> ve T4 = 6,0 dS m<sup>-1</sup>) çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu incelenmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresinin çimlenme üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu, incelenen parametrelerdeki değişimlerin tür ve çeşitlere göre farklılık gösterdiği, su kabağı çeşitleri “Nuefield” ve “Crystal long”un tuz stresi altında en yüksek çimlenme oranına (93,42% ve 85,56%) sahip olurken, misk kavunu çeşitleri “Kalash” ve “Durga” diğer tür ve çeşitlere oranla en düşük performansı gösterdiği (%58,36 ve 54,54) bildirilmiştir (Naseer ve ark., 2022). *Cucurbita maxima* ve *Cucurbita moschata* türlerinin yer aldığı bir çalışmada, farklı tuz düzeylerinde (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 dS/m) çimlenme, çimlenme hızı, gövde ve kök ağırlığı, uzunluğuna ilişkin parametreler incelenmiş, tuz konsantrasyonuna bağlı olarak incelenen parametrelerde azalma kaydedilirken, bu değişimin türlere bağlı olarak farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (de Lima ve ark., 2023). Irik ve Bikmaz (2024) kabakta beş farklı tuz stresi düzeyinde (S1, 0.3 dS/m (control); S2, 2.5 dS/m; S3, 5 dS/m; S4, 7.5 dS/m and S5, 10 dS/m) çimlenme yüzdesi (GP), çimlenme indeksi (GI), ortalama çimlenme süresi (MGT), fide canlılık indeksi (SVI), iyon sızdırmazlığı (II), radikula uzunluğu (RL) ve plumula uzunluğu (PL), kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlıkları ile bazı mineral bileşimleri (Na, K, Ca) incelemiştir. GP, MGT, iyon sızıntısı ve SVI çeşit ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değişim göstermiş, tuzluluk seviyesindeki artış GP'de ortalama %16,1'lik bir azalmaya, MGT'de

%15,5'lik bir artışa, iyon sızıntısında %33,9'luk bir artışa ve SVI'da %46,9'luk bir azalmaya neden olmuştur. Tuzluluktaki artış büyüme parametreleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olmuş, Ca ve K içeriğinde azalmaya neden olurken, Na içeriğinde artışa neden olmuştur.

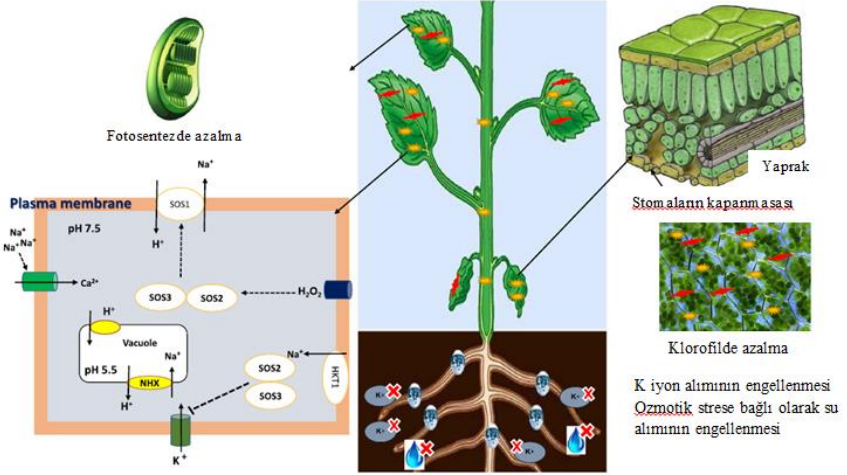
## 1.2. Bitki Büyüme ve Gelişmesi

Tuz stresi birçok türde olduğu gibi kabakgill bitkilerinde büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir. Kabakgillerde tuz stresine tepkiler ve tolerans düzeyi tür ve çeşitlere, gelişme dönemine, stresin süresine ve düzeyine bağlı olarak değişim göstermektedir (Chen ve ark., 2024). Yüksek sodyum ve klorür iyon konsantrasyonu, bitki hücreleri tarafından su ve besin alımını sınırlayan ve hücre içinde aşırı tuz iyonlarının birikmesine neden olmakta yüksek ozmotik basınç ortamına bağlı olarak su emilimi, hücre uzaması, tohum çimlenmesi, fotosentez hızı ve besin emilimi etkilenmekte ve genel olarak bitki gelişiminde olumsuzluklara neden olmaktadır.



**Şekil 1.** Kabakgillerde Tuz Toleransının Belirlenmesinde Kullanılan Değerlendirme İndeksleri (Chen ve ark., 2024)

Tuz stresi, hücre döngüsünün ilerlemesinde önemli olan bazı düzenleyici genlerin (siklin ve siklin bağımlı kinaz gibi) ifadesini azaltabilmekte ve meristemdeki hücre sayısının azalmasına, büyümenin inhibe olmasına yol açarak bitkinin besin ve suyu verimli bir şekilde emme yeteneğini olumsuz etkilemektedir (Balasubramaniam ve ark., 2022). Stres koşullarında ozmotik potansiyel düşerken su potansiyelinde de azalma meydana gelmekte hücre membran geçirgenliğini ve bütünlüğü bozulmaktadır (Acosta Matos ve ark., 2017; Shahzad ve ark., 2022). Hücre bölünmesi ve uzaması etkilenerek gövde ve kök uzunluk ve ağırlıklarında, yaprak sayısı ve alanında azalma meydana gelmektedir.



Şekil 2. Bitkilerde Tuz Stresi (Singh ve ark., 2021)

Balkaya ve ark. (2016) Cucurbit anaç genotiplerinde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitki boyu kontrol bitkilerine kıyasla önemli ölçüde azalma meydana geldiğini, tuz uygulamasından sonra,

bitki büyümesindeki yavaşlamayla birlikte yaşlı yapraklarda sararmaya neden olduğunu, ilerleyen süreçte ana ksilem damarlarına doğru hareket ederek yaprak klorozu şeklinde devam ettiğini ve daha sonraki aşamada klorozun nekroza dönüştüğünü ifade etmiştir. Ayrıca çalışmada, tüm genotiplerdeki yaprak sayısı ve yaprak alanının tuz stresi uygulamaları altında azaldığı bildirilmiştir. Sheikhalipour ve ark. (2021) kavunda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 50 ve 100 mM NaCl) yeşil aksam ve kök yaş ve kuru ağırlığı, gövde boyu ve yaprak oransal içeriğinde azalmaya yol açtığını, bu azalmanın özellikle 100 mM NaCl uygulamasında kontrol bitkilerine oranla %41-69 oranında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. On beş farklı yerel kabak (*Cucurbita maxima* Duchesne) genotipinin farklı düzeylerdeki (0, 100, 200 ve 300 mM NaCl) tuz stresine tolerans düzeyleri fizyolojik ve biyokimyasal parametreler bakımından değerlendirilmiş, genotipler bakımından farklılıkların ortaya çıktığı, tüm genotiplerin yüksek stres seviyesinde önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Genotipler arasındaki ortalama MDA içeriği, kontrol uygulamasına oranla stresli bitkilerde genel olarak artmış, özellikle, “746” ve “1007” 100 mM NaCl'de maksimum içeriği gösterirken, “751” genotipi MDA içeriği 300 mM NaCl'de en yüksek seviyede yer almıştır. Prolin içeriği tuz stresi ile birlikte artış göstermiş, bu artış özellikle 200 mM belirgin şekilde dönüşmüştür (Tarchoun ve ark., 2022). Tuz stresi etkilerinin çeşit, büyüme dönemi, tuzun konsantrasyonu, tuza maruz kalma süresi, toprak yapısı gibi faktörlere bağlı olduğunu ifade eden Horuz ve ark. (2022), farklı kabak genotiplerinin (*C. moschata*, *C. maxima*, *C. moschata* x *C. maxima*) tuz stresine karşı göstermiş



oldukları tepkileri 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m olmak üzere 5 farklı stres düzeyinde incelemiştir. Yaprak oransal su içeriği ve yaprak alanı stres düzeyindeki artışa bağlı olarak azalma göstermiş, yaprak oransal su içeriği genel olarak %48-88 oranında değişmiştir. Yaprak alanı için en yüksek tuz hassas indeksi 4 dS/m tuz düzeyine (%13,34) G13 genotipinde, en düşük düzey ise %91,22 ile 16 dS/m tuzluluk düzeyinde G40 genotipinde saptanmıştır. Kabakta in vitro koşullarda gerçekleştirilen bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda NaCl uygulamaları (0, 50, 100, 150, 200, 250 mM), bitki gelişimini olumsuz etkilemiş, nisbi su içeriğinde azalma belirlenmiş, bu olumsuz etkinin NaCl dozundaki artışa bağlı olarak belirginleştiği ifade edilmiştir (Baktemur, 2023).

### 1.3. İyon Dengesi

Bitki hücrelerinde çoğunlukla iyon halinde bulunan mineral elementler, hücresel yapının bileşenleri olarak görev yapar. Bu mineral elementler, enzim ve koenzimlerin bileşiminde yer alarak enzim aktivitelerini düzenlerler. Aynı zamanda ozmotik dengeyi koruma, koloidal stabilite sağlama ve yük nötralizasyonu gibi elektrokimyasal işlemlere sahiptirler. İyon metabolizmasının dengede olması, hücre zarının stabilitesinin korunmasında ve bitkinin büyüme ve gelişim süreçlerinde kritik bir rol oynar. Tuz hasarının temel nedenleri arasında toksik seviyelere ulaşan sodyum ve klor birikimi ile bunun sonucunda potasyum ve kalsiyum gibi diğer hayati iyonların eksikliği bulunmaktadır. Topraktaki yüksek Na konsantrasyonu, bitkilerde Na birikmesine yol açar. Yüksek konsantrasyondaki Na, zar potansiyelini

azaltmakta ve kimyasal bir gradyan altında Cl Emilimini teşvik etmektedir. Yüksek Na içeriği, hücre metabolizması ve bazı enzimler için zararlıdır. Bunun sonucu olarak, ozmotik dengesizliğe, zar işlev bozukluğuna, ROS üretiminin artmasına yol açmakta böylece hücre bölünmesini ve büyümesini olumsuz etkilemektedir. Yüksek Cl konsantrasyonu ise klorofil içeriğinde azalmaya ve hücre zarı sistemi ile organel yapısının tahrip olmasına yol açarak bitki büyümesini engellemektedir (Munns ve Tester, 2008; Hao ve ark., 2021). Sodyumun toksik etkisine ek olarak, K'ya benzer iyonik yarıçapı ve hidrasyon enerjisi nedeniyle K'ya karşı belirgin rekabetçi inhibisyon gösterir. Çoğu hücre, fizyolojik aktivitelerini sağlamak için sitoplazmada yüksek bir K konsantrasyonu ve düşük bir Na konsantrasyonu korur. Bu nedenle, büyük miktarda dışarıdan Na girişi, K girişini engelleyecek ve bu da K eksikliğinden kaynaklanan bitki hasarına yol açacaktır. Bitkilerde çeşitli fizyolojik süreçlerin sinyal iletiminde yer alan önemli bir unsur olarak, hücrelerdeki Ca seviyesi de Na'nın rekabetçi inhibisyonu nedeniyle azalır. Bunun yanı sıra, Song ve ark. (2006), NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub>'ün bitkiler tarafından alınımının tuz stresi altında da engelleneceğini belirtmiştir. Farklı kabak genotiplerinin 100 mM tuz stresi altında iyon birikimi ve dağılımının incelendiği bir çalışmada, Na, K, Ca ve Cl iyon içerikleri genotipler arasında farklılık gösterse de genel eğilimler ortaya çıkmıştır. Her iki ölçümde de Na iyonunun en az yapraklarda, orta seviyede köklerde ve en yüksek miktarda gövdede biriktiği görülmüştür. K ve Ca iyonları açısından en düşük değerler köklerde, daha yüksek değerler gövdede ve en yüksek değerler yapraklarda ölçülmüştür. Cl iyonu ise en fazla gövdede

birikmiş, bunu yapraklar izlemiş ve köklerde en düşük klor miktarına rastlanmıştır. (Ertekin, 2010).

Kontrol ve tuz uygulaması yapılan karpuz genotiplerinde Na, K ve Ca iyon birikimi incelendiğinde, Na birikiminin kontrol bitkilerine kıyasla arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışın genotiplere göre %5.23 ile %684.81 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bazı genotiplerde yapraklardaki K birikimi azalırken (% -86.75), özellikle tuza toleranslı olan genotiplerde K birikimi kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir (%86.77). Ca iyon birikimi ise K iyonuna benzer bir tepki sergilemiş, genotipler arasında farklılıklar gözlenmiştir. Tuz uygulaması yapılan bitkilerde, bazı genotiplerde Ca birikimi kontrol bitkilerine göre azalırken (% -20.57), bazı genotiplerde artış göstermiştir (%107.07). Bu veriler, karpuz genotiplerinin tuz stresine karşı gelişim ve iyon alımı açısından farklı tepkiler verdiğini ortaya koymaktadır (Üzal ve Yaşar, 2017). Kabakta gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, kabak türlerinde farklı düzeylerdeki tuz konsantrasyonunda iyon değişimleri incelenmiş, tuz stresinin sonunda (16 dS/m), tüm Cucurbit anaç genotiplerinde Na iyon değerleri artış göstermiş, K iyon içerikleri bakımından farklılıklar ortaya çıkmıştır. G5 (%9,7), G14 (%12,2), G3 (%18,0) ve G30 (%20,8) genotipleri, kontrole kıyasla K iyon içeriklerini korurken bazı genotiplerde, tuz stresi koşullarında K iyon içeriğinde önemli bir azalma bulunmuştur. Daha yüksek tuz konsantrasyonları, bitkide Ca iyon alımının azalmasına ve iyon dengesizliğine yol açmıştır (Balkaya ve ark., 2016). Farklı dozlarda NaCl uygulaması, hıyarda K iyon içeriğinde kök ve yaprakta azalmaya yol açarken; Na içeriğinde artış

meydana gelmiş, kök bölgesinde iyon içeriklerinin daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir (Amerian ve ark., 2024).

#### **1.4. Fotosentez**

Tuz stresi, fotosentezi ve solunumu inhibe ederek metabolik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Jiang ve ark., 2021). Tuzluluk, bitkilerde su emilimini olumsuz yönde etkileyerek stoma açıklığının azalmasına, fotosentezin elektron taşınmasını ve karbon fiksasyon enzimlerinin aktivitesini etkileyerek fotosentezin verimliliğini azaltır (Zhang ve ark., 2022). Tuz stresinin fotosentez üzerindeki etkileri doğrudan (stomaların difüzyon hareketini kısıtlamak ve fotosentetik metabolizma sürecini değiştirmek gibi) olabileceği gibi birden fazla stresin neden olduğu oksidatif stres nedeniyle de gerçekleşebilmektedir (Chaves ve ark., 2009). Fotosentetik aparatın tahribi ve fotosentetik pigmentin bozunmasıyla, fotokimyasal verimlilik azalmakta ve nihayetinde bitki büyüme ve gelişmesi olumsuz etkilenmektedir (Jia ve ark., 2019). Ayrıca, tuz stresi, stomal iletkenliğini (Gs), terleme oranını (Tr) ve fotokimyasal karartma katsayısını (qP) önemli ölçüde azaltmakta, fotosentezdeki elektron taşıma zincirine zarar vermekte, fotosentez hızını ve fotokimyasal verimliliğin kısıtlanmasına yol açmaktadır (Tsai ve ark., 2019). Kısa süreli tuz stresi altındaki karpuz fidelerinde fotosistem II'nin maksimum fotokimyasal verimliliği azalmış ve PSI ile PSII reaksiyon merkezlerinin protein kompleksleri ile fotosentezde elektron transferine katılan proteinler olumsuz etkilenmiştir. Fotosentez, bitki büyümesi için önemli bir biyolojik süreç olup fotosentetik verimlilik veya kapasitedeki değişiklikler genellikle

bitki büyüme ve gelişmesi, verim ve kalite üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Navarro-Le'on ve ark., (2021) tuz stresinin, esas olarak elektron taşınımının ve pigment dağılımının inhibisyonu nedeniyle Fv/Fm'de azalmaya yol açtığını bildirmiştir. Tuz stresi (100 mM NaCl) altında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkilerinde, fotosistem II'nin (FSII) hem donör hem de alıcı bölgelerindeki elektron akışının engellendiği görülmüştür. Tuz stresinin, hıyar bitkisinde aktif reaksiyon merkezi miktarını ve kinon A ile plastokinonun indirgenme yeteneğini azalttığı; indirgenmiş reaksiyon merkezlerinin birikimini ve ısı enerjisi kaybını artırdığı tespit edilmiştir. Bu durumda FSII birimlerinde tuz stresinin etkisiyle elektron taşınım reaksiyonlarının belli bir oranda baskılandığı ifade edilmiştir. Performans indeksi (PIABS), fotosentetik aktivitenin üç temel aşamasını (ışık enerjisi soğurulması, eksitasyon enerjisinin yakalanması ve elektron taşınımına dönüşümü) bir FSII reaksiyon merkezi kompleksi ile birleştirir. Fv/Fm,  $\phi E_0$  ve  $\Psi_0$  gibi parametrelerden türetilen performans indeksinin (PIABS) tuz uygulamasıyla belirgin bir azalma gösterdiği,  $\Psi_0$  değerindeki azalmanın ise QA'dan sonra elektronların taşınım sistemine geçişinin engellendiği anlamına geldiği belirtilmiştir. (Toksoy ve Doğru, 2021). Chevilly ve ark. (2021), kavunda tuz stresinin stoma geçirgenliği, transpirasyon ve fotosentez oranında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Hıyarda gerçekleştirilen bir çalışmada, tuz stresi klorofil a, klorofil b ve karotenoid içeriği, gaz değişim parametreleri (Pn, Tr, Ci, Gs) ve klorofil floresans parametrelerinde (Fv/Fm, ETR, Y(II), qP, qL, Fv/Fm) azalmaya neden olmuştur (Zhang ve ark., 2022). Farklı tuz stresi koşullarında (0, 15, 30, 45, 60 ve 120 mM NaCl) yetiştirilen C.

*moschata* ‘Butternut’ çeşidinde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yaprak sayısı, boyu ve genişliği, gövde boyu ve çapı, SPAD, toplam klorofil, klorofil a ve b içeriği ile  $F_v'/F_m'$ ,  $F_v/F_m$  oranlarında azalma meydana gelmiş, stres koşullarında bitki gelişimi fotosentetik parametrelerde meydana gelen değişimin bitki tür ve çeşidine, büyüme ve gelişme aşamasına bağlı olarak değişim gösterebileceği, tuz stresinin PSII'yi etkileyerek  $F_v/F_m$  ve  $F_v'/F_m'$  oranlarının yüksek NaCl konsantrasyonlarında azalma gösterdiği rapor edilmiştir (Taratima ve ark., 2023).

### **1.5. Verim ve Kalite**

Tuz stresi, bitkilerde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açarak verim üzerinde olumsuz etkiler oluşturur. Farklı tuz konsantrasyonlarında ( $T_1=0.40$  dS/m (kuyu suyu),  $T_2=2.5$  dS/m,  $T_3=5.0$  dS/m,  $T_4=7.5$  dS/m ve  $T_5=10.0$  dS/m) sulama sularının karpuz verimi ve verim bileşenleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, artan tuzluluk seviyelerinin karpuz verimini kayda değer ölçüde azalttığı ve bitkilerin morfolojisini, meyve şeklini, meyve büyüklüğünü ve gelişimini olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Sulama suyundaki tuz oranı, karpuzun pH, EC ve yaprak oransal su içeriği üzerinde ise belirgin bir etki yaratmamıştır. Tuzluluk seviyesi 7.5 dS/m'ye ulaştığında verimde %51'in üzerinde bir azalma meydana gelmiştir (Uçan, 2015). Kavunda farklı tuz düzeydeki tuz uygulamaları (0, 50 ve 100 mM NaCl) meyve sayısı, meyve ağırlığı ve toplamda verimde azalmaya yol açarken bu azalma 100 mM NaCl uygulamasında kontrol bitkilerine oranla %51-79 oranlarında ortaya çıkmıştır

(Sheikhalipour ve ark., 2021). Tuz stresi koşullarında su ve besin madde alımının sınırlanmasına bağlı olarak tuz konsantrasyonu arttıkça verimde kayıpların meydana geldiğini belirten Oliveira ve ark. (2021) kavunda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında farklı konsantrasyonlardaki tuz koşullarında (2.5, 5.0, 6.5, 7.5 dS/m) meyve ağırlığı, meyve çapı, bitki başına verim bakımından azalma meydana gelmiştir. Artan NaCl seviyesi hıyarda, meyve sayısını ve ağırlığını ve bitki başına toplam verimde azalmaya neden olmuş, tuz stresinin (4 ds/m) etkisi meyve sayısı ve toplam verim üzerinde sırasıyla yaklaşık %60 ve %65'lik bir azalma ile daha belirginleşmiştir (Brenge ve ark., 2022). Verim ve kalite, tuzluluk da dahil olmak üzere abiyotik streslere karşı toleransın belirlenmesinde incelenen en önemli parametreler arasında yer almaktadır. Akrami ve Arzani (2019) kavunda; tuzlu koşullarda, tuzlu olmayan koşullara oranla verim ve bileşenlerinde önemli azalma meydana geldiğini, kontrol koşullarında, H8×11, H6×11 ve H4×11 melezlerinde sırasıyla 3.07, 3.04 ve 2.92 kg ile en yüksek meyve ağırlığının belirlilerinken, stres koşulları altında 2.39 kg ile H4×11 melez hattının ön plana çıktığını ifade etmişlerdir. En yüksek meyve sayısı, kontrol koşullarında H1×10, H7×10, H3×10, H2×6, P2 ve P7 hatlarında, stres koşullarda ise P2, H3×8, H7×10 ve H8×10 hatlarında kaydedilmiştir. Hibritler H4×11 (67,17 t/ha), H5×6 (63,19 t/ha), H2×9 (62,3 t/ha), H1×9 (61,72 t/ha), H2×6 (59,52 t/ha) ve H4×5 (59,49 t/ha) kontrol koşullarında en yüksek verim değerlerini gösterirken, H2×9 (44,32 t/ha), H4×11 (37,3 t/ha) ve H4×5 (33,92 t/ha) tuz stresi altında yüksek verim kapasitesine sahip olmuşlardır. Guo ve ark. (2023) hıyarda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, verim,

SÇKM ve Vitamin C içeriğinde azalma meydana geldiğini buna karşılık titre edilebilir asitlik bakımından stres koşullarında kontrol bitkilerine oranla artış meydana geldiğini ifade etmiştir. Topraktaki yüksek tuzluluk seviyelerinin ozmotik dengenin bozulmasına, su alımının ve terlemenin sınırlanmasına ve dolayısıyla verimin düşmesine neden olduğunu vurgulayan American ve ark. (2024) hiyarda farklı tuz dozlarının (0, 50 ve 100 mM NaCl) bitki büyüme gelişmesinde azalmaya yol açtığını buna bağlı olarak bitki başına ve toplamda verimde kontrol bitkilerine oranla azalma görülürken bu değişimin artan tuz dozuna bağlı olarak belirginleştiğini göstermişlerdir.

## **2. KABAKGİLLERDE TUZ STRESİNE TOLERANS MEKANİZMASI**

### **2.1. İyon regülasyonu**

Tuz stresinin ortaya koyduğu zararlanmanın en önemli nedenlerinden biri iyon regülasyonunda meydana gelen değişimlerdir. Tuz stresine tolerans açısından iyon regülasyonu önemli bir mekanizmadır. Stres karşısında bitki dokularındaki düşük sodyum ve klor alımına karşılık daha yüksek potasyum ve kalsiyum içeriğinin varlığı toleransın sağlanmasındaki en önemli unsurlardan biridir. Genel olarak tuz stresine tolerant bitkiler daha yüksek K/Na düzeyine sahiptir (Kuşvuran ve ark., 2021). Kök bölgesinde artan tuz birikimi K, Ca ve NO<sub>3</sub> gibi temel element ve minerallerin alımını kısıtlamakla beraber, Na ve Cl alımını indükleyerek hücre iyon dengesini olumsuz etkilemektedir. Zararlı iyonların toksik seviyede birikmesi, fotosentezi ve protein



sentezini etkiler, enzimleri inaktive eder, kloroplastlara ve diğer organellere zarar verir. Sodyum toksik seviyelere ulaştığında, K, Ca ve Mg katyonlarının bitki bünyesine alımını ve regülasyonunu da etkilerken, Cl anyonu toksik seviyelere ulaştığında NO<sub>3</sub> anyonunun alımını ve regülasyonu etkilenmektedir (Atalan ve Gökçe, 2021). Golden Crown F1 (tuza hassas) ve Midyat (tolerant) karpuz genotiplerine ait fideler üzerinde yapılan bir çalışmada, 100 mM NaCl tuz çözeltisi uygulanarak iyon birikim ve dağılım mekanizmaları incelenmiştir. Golden Crown F1 çeşidinde köklerdeki Na, K ve Ca iyon birikimleri, Midyat genotipine göre daha yüksek bulunmuştur. Gövde kısmında ise Na iyonu birikimi daha fazla olup, K ve Ca iyonları bakımından genotipler arasında belirgin bir fark gözlemlenmemiştir. Yapraklarda, Na iyonu hassas Golden Crown F1 çeşidinde yüksek bulunurken, toleranslı Midyat genotipinde daha düşük seviyelerde kalmıştır. Midyat genotipinde ise K ve Ca iyonlarının birikimi daha yüksek olmuş ve bu da tuz stresine karşı bir sakınım mekanizmasının etkin olduğunu göstermiştir. Çalışma ayrıca, karpuz bitkisinin iyon alımında seçici bir davranış sergileyerek, K ve Na arasında bir rekabet olduğunu ortaya koymuştur. Tolerant genotiplerin yüksek oranda K tutma kapasitesine sahip olduğu ve tuz stresine maruz kalan bitkilerin K birikimlerinin arttığı gözlemlenmiştir. İyon dağılımı incelendiğinde, Na ve K iyonlarının ters orantılı bir şekilde hareket ettiği, Na iyonunun arttığı organda K iyonunun azaldığı, Na birikiminin düşük olduğu yerlerde ise K birikiminin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, Ca iyonunun köklerden yapraklara doğru birikim gösterdiği bulunmuştur (Yaşar ve ark., 2013). Kabakta tuz stresine artış bağlı olarak iyon dengesinde

değişimler meydana geldiği, tuza tolerant Cucurbit anaç genotiplerinin diğer genotiplerden daha fazla K ve Ca iyonunu seçici bir şekilde aldığı belirlenmiştir (Balkaya ve ark., 2016). Potasyum alımı köklerde sodyum ile ilişkili olup tuz stresinden kaynaklanan fazla Na, K alımını sınırlamaktadır. Potasyumun (K), strese karşı dayanıklılıkta hücresel işlevlere sahip olduğunu, tuz stresi altında terleme ve su alımı, stoma açılmasıyla fotosentez için karbondioksit (CO<sub>2</sub>) sağlanması, hücre genişlemesi ve ozmoregülasyonu düzenlemek için önemli olduğunu ifade eden Sheikhalipour ve ark. (2021) kavunda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında tuz stresindeki artışa bağlı olarak Na iyon içeriğinde artış meydana gelirken, K içeriğinde azalma görüldüğünü, bu azalmanın kontrol bitkilerine oranla %54 düzeyinde olduğunu ifade etmişlerdir. Oliveira ve ark. (2021) K'nin tuz stresine toleransın sağlanması ile ilişkili olduğunu ve hassas genotiplerde daha belirgin tepkilerin ortaya çıktığını ifade etmiş, kavunda gerçekleştirdikleri çalışmalarında K uygulamalarının tuz stresinin olumsuz etkisini sınırlandırmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Sitoplazmadaki Ca sinyal iletiminin önemli bir bileşenidir. Bitkiler tuz stresine maruz kaldığında Ca kanalları açılarak vakuolden salınır. Kalsmodulin veya diğer kalsik bağlayıcı proteinlerle Ca bağlanması hücre metabolizmasını ve gen ifadesini düzenleyerek bitkinin strese uyum sağlamasında etkilidir (Hao ve ark., 2021). Tuz stresi kavun ve hıyarda kuru ağırlık, klorofil ve meyve veriminin kontrole göre önemli düzeyde azalırken tuzla birlikte 5 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ile yetiştirilen bitkilerde Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın tuzun olumsuz etkisini azaltarak incelenen parametreler bakımından artış sağlandığı bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2003).

## 2.2. Ozmotik düzenleme

Ozmotik ayarlama, bitkilerin hücrelerindeki çözünen madde konsantrasyonunu artırarak su emme yeteneklerini korudukları süreci ifade etmektedir. Ozmotik stres altında ozmotik ayarlama, stoplazma ve organellerinde çeşitli çözünebilir maddeler biriktirilmesi, bu maddelerin biyolojik makromoleküllerin yapısını stabilize ederek koruyucu rol oynaması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu bileşikler, enzimler üzerinde olumlu etkiler sağlamanın yanı sıra, membran bütünlüğünü koruyarak stres altındaki bitkilerde ozmotik dengenin korunmasına yardımcı olurlar (Hao ve ark., 2021). Çeşitli araştırmalar, glisinbetain ve prolin gibi organik maddelerin sentezi ile stres toleransı arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Prolin, amino asit yapısına sahip bir bileşen olup, NaCl kaynaklı stres koşullarında ozmotik dengeleme sağlamakla kalmaz, aynı zamanda stresli durumlarda hücrelerdeki karbon (C) ve azot (N) kaynaklarının yönetilmesine de yardımcı olur. Prolin, yalnızca hücreler arası yapının korunmasında ve sitozolik pH düzenlemesinde değil, aynı zamanda protein yapısının korunması ve enzim aktivasyonlarının düzenlenmesinde de kritik bir rol oynar. Stres koşullarında serbest oksijen radikallerinin üretiminin ana nedeni, NADP<sup>+</sup> seviyelerinin azalmasıyla birlikte ferrodoksinin, NADP<sup>+</sup> yerine oksijen indirgemesidir. Bu süreç, hücre zarlarına zarar veren reaktif O<sub>2</sub><sup>-</sup> radikallerinin oluşumuna yol açar. Stres sürecinde kloroplastlarda prolin biyosentezinin artışı, hücre bütünlüğüne zarar veren bu radikalleri azaltarak daha düşük NADPH/NADP<sup>+</sup> oranı sağlar. Yapılan

çeşitli çalışmalarda, tuz stresi gibi diğer stres koşullarında da prolin miktarının arttığı ve bu artışın özellikle stres toleransı yüksek bitkilerde daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir (Bayat ve ark., 2014). Kabakta dışsal prolin uygulamasının (5 ve 10 mM prolin), tuz stresi koşullarında (100 mM NaCl) bitkilerdeki antioksidatif enzimlerin seviyesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, genel olarak prolin uygulamaları, enzim aktivitelerinde kontrole göre artışa neden olmuştur. Bu etki, tuza toleransı daha yüksek olan A-19 genotipinde daha belirgin olmuştur (Bayat ve ark., 2014). Sheikhalipour ve ark. (2021) bitkilerin tuzluluğa karşı toleransının temel mekanizmalarından birinin, serbest prolin ve çözünür şekerler gibi ozmolitlerin birikmesi olduğunu kavunda tuz stresi ile birlikte toplam karbonhidrat içeriğinde %53, prolin içeriğinde ise %39 oranında artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ozmotik düzenlemede etkili olan bir diğer madde glisin betaindir. Betain, kolinin kolin monooksijenaz (CMO) ve betain aldehit dehidrojenaz (BADH) tarafından oksidasyonu ile ortaya çıkmaktadır. Tuz stresi altında bitki hücrelerinin membran bütünlüğünü ve enzim aktivitesini korumasına yardımcı olarak tuz stresinin neden olduğu hasarı azaltma ve tuz stresine toleransının sağlanmasında etkili olduğu birçok çalışmada belirlenmiştir (Hao ve ark., 2021).

Çözünebilir karbonhidratlar ve polioller de ozmotik düzenleyiciler olarak değerlendirilmektedir. Yapısal olmayan karbonhidratlar (glikoz, sakaroz, fruktan, nişasta vb. gibi) bitki metabolizmasında yer alan önemli maddelerdir. Özellikle sakaroz üretimi, taşınması, depolanması ve tüketimi bitki gelişimi ve strese toleransın sağlanması ile yakından ilişkilidir (Hao ve ark., 2021). Tuzluluk stresi seviyesinin, genotipin ve

bunların etkileşiminin *C. moschata* ve *C. maxima* hatları ile *C. moschata* x *C. maxima* melezlerinin prolin içerikleri tuz stres düzeyindeki artış ile birlikte artış göstermiş, bitki dokularındaki daha yüksek prolin miktarının, tuzluluk kaynaklı strese karşı toleransın sağlanmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Horuz ve ark., 2022).

### **2.3. Antioksidatif savunma mekanizması**

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlere yol açmaktadır. Bu stres koşullarında, diğer çevresel stres faktörlerinde olduğu gibi bitkiler, su kaybını minimize etmek amacıyla stomalarını kapatır ve su kullanımını optimize etmeye çalışırlar. Ancak stomaların kapanması, yeterli CO<sub>2</sub> fiksasyonunun sağlanamamasına yol açar. Kullanılmayan elektronlar, oksijenin indirgenmesinde yer alır ve serbest oksijen radikallerinin oluşmasına neden olur. Bu oksijen türevleri, bitkilerin lipitlerini, proteinlerini ve nükleik asitlerini oksidatif hasara uğratarak metabolik işlevlerde bozulmalara yol açar. Serbest radikallerin neden olduğu hücre zarlarındaki hasarın başlıca nedeni lipid peroksidasyonudur. Oksidanlar, doymamış yağ asitleriyle reaksiyona girerek bu süreci başlatır. Lipid peroksidasyonunun sonucunda malondialdehid (MDA) gibi son ürünler meydana gelir. MDA, hücre membranlarını etkileyerek iyon alışverişini bozar, membrandaki bileşiklerin çapraz bağlanmasına yol açar ve böylece iyon geçirgenliği ve enzim aktivitelerinde değişikliklere sebep olur. Bitkiler, oksidatif zararın etkilerinden korunabilmek için çeşitli antioksidanlar ve antioksidatif enzimler barındırır. Bu savunma mekanizmaları, hem enzimatik hem de

enzimatik olmayan bileşenleri içerir. Enzimatik olmayan antioksidanlar arasında glutasyon, sistin, hidrokinonlar, askorbat (C vitamini), vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol), flavonidler, karotenoidler ve alkaloidler gibi küçük moleküller bulunur. Enzimatik savunmalar ise süperoksit anyonlarını temizleyen süperoksit dismutaz (SOD),  $H_2O_2$ 'yi yok eden katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutayon redüktazı (GR) gibi enzimleri içerir. Yüksek antioksidan seviyelerine sahip bitkilerin oksidatif zarara karşı daha yüksek tolerans gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, bitkilerin stres toleransları, bünyelerinde buldukları ve reaktif oksijen türlerini etkisiz hale getiren antioksidan enzimlerle doğrudan ilişkilidir. Örneğin, yapılan araştırmalar kavun, kabak, biber, patlıcan ve domates gibi bitkilerde, toleranslı çeşitlerin hassas olanlara göre daha yüksek antioksidan enzim aktivitesine sahip olduğunu ortaya koymuştur (Kuşvuran ve ark., 2007; Sevensör ve ark., 2011; Aktaş ve ark., 2012; Yaşar ve ark., 2013; Han ve ark., 2021; Kuşvuran, 2021). SOD, POX ve CAT gibi antioksidan enzimlerin bitkilerdeki süperoksit ve hidrojen peroksit seviyelerini önemli ölçüde düşürdüğü bilinmektedir. Yaşar ve ark. (2006), 4 farklı kavun genotipi olan 'Besni', 'Yuva', 'Midyat' ve 'Şemame' ile üç kavun çeşidi 'Ananas', 'Galia C8' ve 'Galia F1' fidelerine ait yapraklarda antioksidan sistemlerin etkinliği incelemiştir. Tuz uygulaması sonucunda APX enzim aktivitesi, tolerant olan 'Galia C8' ve 'Galia F1' ile orta tolerant 'Besni', 'Midyat' ve 'Şemame' genotiplerinde artış göstermiştir. Tuz uygulaması hassas çeşitler 'Yuva' ve 'Ananas'ta APX aktivitesi bakımından önemli bir artışa neden olmamıştır. GR aktivitesi kontrol koşulları ile karşılaştırıldığında tüm genotip ve çeşitlerde artış

göstermiş, bu artış tolerant ve orta tolerant genotip ve çeşitlerde, hassas bitkilere oranla daha yüksek düzeylerde gerçekleşmiştir. Benzer biçimde, askorbik asit içeriği de tuz uygulaması ile birlikte artış göstermiştir. Elde edilen veriler, tuzun neden olduğu oksidatif stres karşısında enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma mekanizmalarında artış meydana geldiğini, bu artışın tuza tolerant çeşitlerde çok daha belirgin olduğunu göstermiştir. Tuz stresi (100 mM NaCl) altında karpuz (*Citrullus lanatus*) yapraklarındaki antioksidatif enzim aktivitelerinin (Süperoksit dismutaz-SOD, katalaz-CAT, askorbik peroksidaz-APX, glutatyon reduktaz-GR) incelendiği çalışmada, tuza duyarlı Golden Crown F1 ve Crimson Sweet ile tuza toleranslı Diyarbakır ve Midyat yerel genotipleri su kültürü ortamında test edilmiştir. Tuz stresine maruz kalan tuza toleranslı genotiplerin SOD, CAT, APX ve GR enzim aktiviteleri, duyarlı türlerden belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. Özellikle Midyat genotipi SOD, CAT ve GR aktivitelerinde üstünlük gösterirken, Diyarbakır genotipi APX aktivitesinde diğerlerine göre daha yüksek performans sergilemiştir. Elde edilen bulgular, tuza toleransın antioksidatif enzim aktiviteleriyle ilişkili olduğunu ve tuzlu ortamda yetiştirilen karpuz genotiplerinin duyarlı türlere kıyasla bu enzim sistemlerini daha etkin kullandığını ortaya koymuştur (Yaşar ve ark., 2008). Bir başka çalışmada, 4 farklı kabak genotipinin (Iskenderun-4, AB-44, CU-7 ve A-24) tuz stresi altındaki antioksidan enzim aktiviteleri incelenmiştir. Bu çalışmada, 4-5 gerçek yapraklı kabak fidelerine 7 gün boyunca 100 mM NaCl uygulanmıştır. Tuz stresi uygulanan kabaklarda SOD, CAT, GR ve APX aktivitelerindeki artış, total klorofil içeriği, lipid

peroksidasyon düzeyleri, kök ve gövde yaş ağırlıklarındaki değişimler ölçülmüştür. Tuz stresi sonucunda MDA seviyelerinin arttığı, bu artışın hassas genotiplerde (CU-7 ve A-24) daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Tuz stresine karşı, SOD, CAT, GR ve APX aktiviteleri daha fazla artmış olup, bu artış tolerant genotiplerde (Iskenderun-4, AB-44) daha yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu bulgular, kabak genotiplerinin tuz stresine karşı oksidatif strese enzimatik savunma mekanizmaları ile yanıt verdiğini göstermektedir (Sevengör ve ark., 2011). Naliwajski ve Sklodowska (2021) hıyarda tuz stresinin (100 ve 150 mM NaCl) antioksidatif sistem ve prolin üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında,  $\alpha$ -tokoferol seviyesi, askorbat ve glutatyon peroksidaz, katalaz, glutatyon S-transferaz (GST), pirrolin-5-karboksilat sentetaz ve redüktaz ile prolin dehidrojenazın aktivitesinin stresin 24 ve 72. saatlerindeki değişimlerini gözlemlemiştirlerdir. Araştırmada enzimatik antioksidanların aktivitesi (APX, GPX, CAT, GST),  $\alpha$ -tokoferol seviyesi, P5CS, P5CR aktivitesinde artış meydana gelmiştir. Kavunda stres düzeyinde artış ile birlikte antioksidatif enzim aktivitelerinde (POD, SOD, APX ve CAT) artış meydana geldiği, bu artışın toplam fenolik ve flavanoid içeriğinde de meydana geldiği bildirilmiştir (Sheikhalipour ve ark., 2021). Farklı tuz stresi düzeylerine (100 ve 150 NaCl) maruz bırakılan hıyar bitkilerinde antioksidan sistem ve prolin metabolizması üzerindeki uyumun incelendiği bir çalışmada, protein karbonil grubu, tiyobarbiturik asit reaktif maddeler,  $\alpha$ -tokoferol seviyeleri ve askorbat ve glutatyon peroksidazları, katalaz, glutatyon S-transferaz, pirolin-5-karboksilat: sentetaz ve redüktazın aktivitesi ile prolin dehidrojenaz seviyeleri değerlendirilmiştir. Çalışmada



enzimatik antioksidanların aktivitesi, özellikle uyum sağlamış bitkilerde, tuz stresine yanıt olarak arttığı bitkilerde artan tolerans ile antioksidan enzimlerin artan aktivitesi, yüksek düzeyde  $\alpha$ -tokoferol ve ayrıca azalan enzim aktivitesinin prolin katabolizmasına dahil olması arasında bir ilişki olduğunu belirlenmiştir (Naliwajski ve Skłodowska, 2021).

### **3. TUZ STRESİNE TOLERANSIN ARTTIRILMASINDA KULLANILAN YÖNTEM VE YAKLAŞIMLAR**

#### **3.1. Aşılama**

Son yıllarda sebzelerde aşılı fide kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, verim artışı ve birçok olumsuz stres faktörlerine dayanım yönünden önemli avantajlar elde edilmiştir. Sebze yetiştiriciliğinde aşılı fide, özellikle anaçların toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıkları nedeniyle kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yapılan çalışmalarda kullanılan anaca bağlı olarak abiyotik stres faktörlerinden kuraklık, tuzluluk, yüksek ya da düşük sıcaklık ve su basması gibi stres faktörlerine karşı dayanıklılığın arttığı kaydedilmiştir (Kubota ve ark., 2008; Balkaya, 2014; Kumar ve ark., 2015; Meimandi ve Kappel, 2020). Ayrıca su ve bitki besin maddesi alınımının daha fazla olduğu, erkencilik sağlandığı, hasat periyodunun uzadığı ve sonuçta meyve kalitesinin ve verimin arttığı bildirilmiştir (Meimandi and Kappel 2020). Aşılı fide ile yetiştiricilikte, standart pazarlanabilir ürün miktarında artış sağlama ve zirai ilaçların kullanımını azaltarak çevreyi koruma da hedeflenmektedir (Ertok ve Padem 2007).

Aşılama, karpuz, kavun ve hıyar gibi farklı kabakgil türlerinde bitkilerin tuzlu koşullar altında daha iyi performans göstermesinde etkili olmuş, verim ve kalitede artış sağlanmıştır (Bahadur ve ark., 2024). Bayoumi ve ark. (2021) tarafından yürütülen aşılama çalışması, hıyar bitkilerinin uygun anaçlara, özellikle *Cucurbita maxima* x *C. moschata* melezine aşılmasının, stresin olumsuz etkilerini hafifletebileceğini, daha yüksek N, P ve K içeriği ile birlikte meyve kalitesinde artışın sağlandığını ifade etmişlerdir.

Aşılama kullanılan anaçlar, sebze türlerinde kalemin erkenciliği, verimi, meyve kalitesi ve biyotik ile abiyotik stres koşullarına karşı dayanıklılık üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Anaçların güçlü kök sistemlerine sahip olmaları, bitkilerin su ve besin maddesi alımını iyileştirir, bu da aşılı bitkilerin daha sağlıklı ve güçlü bir gelişim göstermelerine olanak tanır (Bekar ve ark., 2017). Kavunda aşılamanın tuza tolerans üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, bitkiler gövde boyu yaprak klorofil indeksi (SPAD), gövde ve kök yaş ağırlığı ile kök uzunluğu açısından değerlendirilmiştir. İki kavun çeşidi (galiba tipi Citirex F1 ve Kırkağaç) iki farklı ticari anaç üzerine (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) aşılansmıştır (Kardosa ve Nun 9075). Su kültürü ortamında gerçekleştiren çalışmada 1 dS/m ve 8 dS/m olmak üzere 2 farklı tuz dozu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda aşılı bitkileri aşısız bitkilere oranla tuz stresi koşullarında daha iyi bir büyüme ve gelişme performansına sahip oldukları bildirilmiş (Ulaş ve ark., 2019), Citirex and Altınbas kavun çeşitlerinin kalem olarak kullanıldığı çalışmada ise Kardosa ve Nun 9075 anaçları ile bitki büyüme ve gelişmesinde artış

meydana geldiği, daha düşük MDA içeriği, iyon sızıntısı, Na içeriği görülürken K ve Ca iyon alımında artış meydana geldiği, en iyi performansın Citirex/Nun9075 ve Citirex/Kardosa aşısı kombinasyonlarında belirlendiği ifade edilmiştir (Ulaş ve ark., 2020). Toprak tuzluluğunun, iklim değişikliği ile yoğun su ve toprak kullanımına bağlı olarak artış gösterdiğini ifade eden Modarelli ve ark. (2020), tuz stresinin yoğun olduğu alanlarda tuza tolerant anaç ve kalem kullanımı ile gerçekleştirilecek olan bir üretim modelinin Cucurbitaceae türlerinde verim ve kaliteyi artırıcı bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir. Gerçekleştirilen hidroponik sistemde, 30 farklı kabakgil genotipinin (16 adet *Cucumis melo* L. (CM1-16), 6 adet *Citrullus vulgaris* Schrad (CV1-6) genotipi, 2 adet *Cucurbita maxima* Duch.x. *Cucurbita moschata* Duch. (CMM-R1 ve 2), 4 adet *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. (LS1-4), 1 adet *Cucurbita moschata* Duch. (CMO51-17) ve 1 adet *Luffa cylindrica* Mill. (LC1)) tuzluluğa (0 mM kontrol ve 150 mM NaCl) tepkileri incelenmiştir. Tuz stresi karşısında türler ve genotipler arasında farklı morfolojik ve fizyolojik tepkilerin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, *C. maxima* x *C. moscata* melezi CMM-R2, kavun genotipleri CM6, CM7, CM10 ve CM16 ile birlikte karpuz genotipleri CV2 ve CV6 ve LS4'ü aşısı programlarında tuza dayanıklı anaç olarak yer alabileceği ifade edilmiştir.

Genel olarak aşılama, tolerant anaçların kullanımı ile Na alımı sınırlanmakta, K alımını artış göstermekte ve K/Na oranı korunarak tuz stresine toleransın sağlanmasında etkili olmaktadır (Abbas ve ark.,

2023). Kabak anaçları üzerine aşılı hıyar bitkilerinde tuz stresine toleransın sağlanmasında, hidrojen peroksit içeriğinin azalması, kökler tarafından Na alımının sınırlandırılması ve stomaların erken kapanmasının etkili olduğu belirlenirken; başka bir çalışmada kabak ile aşılana hıyar bitkilerinde stomaların kapanmasında ABA duyarlılığının artış göstermesinin etkili olduğu böylece ozmotik toleransın sağlandığı ifade edilmiştir (Niu ve ark., 2018; Niu ve ark., 2019). Gerçekleştiren farklı çalışmalar, lif kabağının anaç olarak kullanılmasının, toprak üstü kısımlara sodyum taşınımının azaltılarak tuz toleransını artırabileceğini, böylece verimi ve kalitenin iyileştirebileceğini göstermiştir (Guo ve ark., 2023; Chen ve ark., 2024). Nitekim hıyarda farklı kabak anaçlarının yer aldığı çalışmada, tuz stersi karşısında aşılı hıyar bitkilerinde aşısız bitkilerine oranla bitki boyu, yaprak alanı, meyve ağırlığı uzunluğu ve çapı, verim ve fotosentez kapasitesinin iyileştiği, Kalabsha, *Lagenaria siceraria* PI 554556, *C. maxima*, *C. moschata*, Kalabsha x PI 534556 ve *Lagenaria siceraria* PI 554556 x *Lagenaria siceraria* PI 491365 anaçlarının yer aldığı bitkilerde performansın ön planda olduğu, meyvelerde en yüksek karbonhidrat içeriğinin *C. maxima* x *C. moschata* ile aşılı grupta sağlanırken, en yüksek prolin içeriği kalabsha anacının kullanıldığı uygulamalarda elde edilmiştir (Abdel-Wahab ve ark., 2024).

Çeşitli çalışmalar, tuz toleransında rol oynayan önemli mekanizmalardan birinin antioksidan mekanizma olduğunu (Hernández ve ark., 2000), sitokininler (CK'ler), oksin (IAA), gibberellinler (GA'lar), absisik asit (ABA) ve salisilik asit (SA) gibi

bitki hormonlarının (fitohormonlar), abiyotik stres toleransın sağlanmasında etkili olduğunu göstermiştir (Wani ve ark., 2016). Bitki büyümesi ve farklı abiyotik stres koşullarına tepkiler, ilgili genler tarafından kontrol edilmektedir. Birçok çalışma, aşılınmış bitkilerin büyümesinin anaçlarda ve kalemlerde gen ifadesi kalıplarını değiştirerek modüle edilebileceğini göstermiştir (Prassinis ve ark., 2009; Jensen ve ark., 2010). Hıyarda dört farklı kabak anacı ve kendi üzerine aşılı bitkiler farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 100 mM NaCl) tuz stresine maruz bırakılmış ve aşılamanın etkisi incelenmiştir. Tuz stresi koşullarında kabak anacına aşılı bitkilerin, kendi üzerine aşılı bitkilere oranla fotosentetik aktivitesi koruduğu bu doğrultuda aktif NPQ oranına ve antikoksidatif enzim aktivitesine sahip olduğu, oksin (IAA), gibberellin (GA), sitokinin (CK) ve salisilik asit (SA) konsantrasyonlarını kontrole göre önemli ölçüde artarken absisik asit (ABA) tuzluluk stresi altında azaldığı belirlenmiştir. Gen ifadesinin qRT-PCR analizi, bazı stres ve fotosentezle ilişkili genlerin (HSP17.8, HSP22, DHN1, LEA2, CAB ve CDKG2) ifade düzeylerinin stres toleransı ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiş, kabak anaçları üzerine aşılı hıyar bitkileri bu anlamda ön plana çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, tuzluluk stresi altında aşılınmış hıyarda serbest radikal temizleme kapasitesindeki artış ile birlikte stres koşulları altında hücre zararının korunduğu, antioksidan enzimlerin, fitohormonların artan aktivitesi ve çalışılan genlerin ifade düzeyindeki değişimlere bağlı olarak aşılınmış bitkilerde tuzluluk nedeniyle ortaya çıkan oksidatif hasara karşı savunma mekanizmasının etkinleştiği ifade edilmiştir (Elsheery ve ark., 2020). Tuz stresine hassas iki kavun genotipinin

(SCP-1 ve SCP-2), tuza tolerant kavun genotipleri (TLR-1, TLR-2) ve Albatros ticari kavun anaçlarına aşılanarak tuza tolerans üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, 0 ve 200 mM dozlarında NaCl'ye maruz bırakılmıştır. Tuza tolerant kavun genotiplerinin anaç olarak kullanılması, Na ve Cl alımında bir azalma yoluyla tuz stresinin neden olduğu zarar verici etkileri önemli ölçüde azaltmış, Ca ve K alımını ise artırmıştır. Aşılı bitkilerde katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) enzim aktiviteleri artış göstermiştir. Tuza duyarlı bitkilerin tuza dayanıklı anaç üzerine aşılanmasının bitki büyüme ve gelişmesinin artırmış, tuza toleransın sağlanmasında Na ve Cl iyon alımı ve malondialdehit içeriklerinin azalmasının ve yüksek antioksidan enzim aktivitelerinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Kuşvuran ve ark., 2021).

### **3.2. Biyostimulantlar**

Biyostimülantlar, bitkilerin besin maddelerinden daha verimli faydalanmasını sağlayan, abiyotik stres koşullarına karşı direnç oluşturan, ürün kalitesini artıran ve toprak ile kök bölgesinde bulunan besin elementlerinin bitkiler tarafından etkin bir şekilde kullanılmasını destekleyen maddeler olarak tanımlanır. Bu maddeler, mikrobiyal ve mikrobiyal olmayan olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Mikrobiyal biyostimülantlar, azot bağlayan faydalı bakteriler ve arbusküler mikorizal mantarları içerirken, mikrobiyal olmayan biyostimülantlar, amino asitler, hümik asitler, mineraller, deniz yosunu özleri, bitki özleri, biyopolimerler ve protein hidrolizatları gibi organik ve inorganik

kökenli çeşitli kompleks maddeler veya karışımlarını ifade eder (Andreotti, 2020; Kuşvuran ve Kuşvuran, 2021).

Amino asitler, biyostimülant olarak en çok kullanılan bileşikler arasında yer almakta olup, kimyasal ve enzimatik hidroliz yoluyla hem bitki hem de hayvansal kaynaklardan elde edilmektedirler. Lösin, izolösin, metiyonin, fenilalanin, arginin, histidin, triptofan, valin, treonin ve lisin gibi esansiyel amino asitler sadece bitkiler tarafından sentezlenirken, alanin, b-alanin, asparagin, sistein, glutamin, aspartik asit, glisin, prolin, serin ve tirozin gibi esansiyel olmayan amino asitler hem bitkiler hem de insanlar tarafından sentezlenmektedir. Amino asitler yüksek sıcaklık, düşük nem, don, böcek zararı, dolu zararı ve sel gibi ürün kalitesini ve miktarını azaltan, bitki metabolizması üzerinde olumsuz etkiye sahip stres koşullarına toleransın sağlanmasında etkilidirler. Kuraklık ve tuz stresi gibi faktörler karşısında makro ve mikro besin elementlerinin emiliminin düşmesine bağlı olarak stomalar küçülürken, terleme ve solunum artmaktadır. Bu durumda karbondidrat yıkımına da bağlı olarak bitkinin metabolik dengesi olumsuz etkilenir. L-glutamik asit (bekçi hücreleri) sitoplazmaya ozmotik ajan olarak davranır ve böylece stomaların açılımını teşvik eder. Amino asitlerin membranlar boyunca iyon akışları üzerinde ve genellikle NaCl kaynaklı olarak potasyumun hücre dışına çıkışını azaltmada olumlu etkiye sahip oldukları bilinmektedir (Oosten ve ark., 2017; Kumar ve ark., 2017; Kavasoglu, 2018; Popko ve ark., 2018). Abiyotik strese bağlı kayıpları önlemek için yaygın olarak kullanılan amino asitlerden birisi de prolin olup, özellikle tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarında etkili olduğu

birçok araştırma ile desteklenmiştir. Dışsal prolin uygulamasının büyüme ve fotosentetik kapasiteyi iyileştirdiği ve temel besin elementlerinin alımını teşvik ettiği (Ali ve ark., 2008), antioksidan enzimlerin aktivitelerindeki artışa olanak sağlayarak bitkinin stresin olumsuz etkilerinden korunduğu bildirilmektedir (Abdelaal ve ark., 2020; Hanif ve ark., 2024). Bayat ve ark. (2014) kabakta prolin uygulamasının (5 ve 10 mM) tuz stresi koşullarında antioksidatif enzimlerin seviyesi üzerine etkilerini incelemişler, dışsal prolin uygulamasının kabak bitkisinde tuza toleransın artırılmasında olumlu etki yaptığı, bu etkiyi antioksidatif enzim sistemini harekete geçirerek pekiştirdiğini ifade etmişlerdir. Dört farklı prolin düzeyinin uygulandığı (0, 5, 10 ve 20 mM prolin) kavunda tuz stresi (8.0 dS m<sup>-1</sup>) koşullarında bitki büyüme parametrelerini artırdığı, en yüksek klorofil içeriğinin 10 mM prolin uygulamasında belirlenirken özellikle 10 ve 20 mM prolin dozlarının tuz stresine toelransın artırılmasında etkili olduğu ifade edilmiştir (Castañares ve ark., 2023).

Deniz yosunları tuzlu su ve deniz çevrelerinde yetişen (White ve Keleshian, 1994), yeşil (Chlorophyta), kırmızı (Rhodophyta) ve kahverengi (Phaeophyta) makro alglerin yer aldığı makroskopik ve çok hücreli alg gruplarıdır (Sharma ve ark., 2014). Deniz yosunu ekstraktları; sitokininler, oksinler, gibberellin karbonhidratları ve diğer hormon benzeri maddeleri (Battacharyya ve ark., 2015), bitkilerde büyümeye katkıda bulunan laminarin, fukoidan, aljinatlar ve bitki hormonları gibi kompleks polisakkaritler de dahil olmak üzere birçok aktif mineral ve organik bileşikleri (Bulgari ve ark., 2019) ve azot,



demir, alüminyum, manganez ve potasyum gibi birçok besleyici elementi içermektedirler (Calvo ve ark., 2014). Kabakta tuz stresine (20, 40, 60 mM NaCl) toleransın sağlanmasında deniz yosunun etkisinin incelendiği çalışmada, tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak SPAD, net CO<sub>2</sub> asimilasyon hızı, terleme hızı (E), yaprak P, K, Ca ve Mg içeriğinde, Na ve Cl iyon içeriğinde artış meydana gelmiştir. Deniz yosunun dışsal uygulaması verim, bitki büyüme ve gelişimi, meyve kuru madde miktarı sadece tuz stresine maruz bırakılan bitkilere oranla artış göstermiştir. Bununla birlikte deniz yosunu uygulaması A CO<sub>2</sub>, klorofil, yaprak K içeriğinde artışa imkan sağlarken Na içeriği sınırlandırılmış kabakta tuza toleransın sağlanmasında etkili bulunmuştur (Rouphael ve ark., 2014).

Hüyük maddeler; hüyük asitler, fulvik asitler ve hüyükleri kapsamakta olup özellikle son 20 yıllık süreçte artan şekilde ilgi görmektedir. Hüyük maddelerin; toprakta suyun infiltrasyonunu artırdığı, toksik bileşikleri kısıtladığı, bitki kök bölgesinde bulunan zararlı maddeleri azalttığı, kök büyümesini ve gelişimini uyardığı (Canellas ve ark., 2002; Trevisan ve ark., 2010), besin elementlerinin ve suyun bitkiler tarafından daha iyi alınmasına katkı yaptığı ve bunun da çevresel stres etmenlerine karşı bitkilerin toleransını artırdığı ifade edilmektedir (Canellas ve ark., 2015; Nardi ve ark., 2016). Bitkilerde solunum, fotosentez, nükleik asitlerin sentezi ve iyon absorpsiyonu gibi birçok metabolik süreç üzerinde bir etki göstermektedir. Hücre içinde klorofil içeriğini artırarak daha yeşil yapraklara ve bitkilerde yaprak klorozu gibi bazı problemlerin azalmasına neden olabilirler (Abbas, 2013).

Bunlara ek olarak; tuz stresi gibi farklı abiyotik stres etmenleri altında bitkilerde antioksidan aktiviteyi artırır (Drobek ve ark., 2019). Hüyük asit kökenli biyostimulantların sadece toprak yapısı ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini de iyileştirdiği (Garcia ve ark., 2012), tuzlu koşullarda hücre turgorunu ve su emilimini düzenleyerek ozmotik potansiyeli ayarlama kapasitesi üzerinde de etkide bulunduğu (de Oliveira ve ark., 2016) ve özellikle tuz stresi başta olmak üzere çevresel stres koşulları altında bitkilerde koruyucu rolü olduğu kabul edilmektedir (de Neta ve ark., 2018). Kabakta tuz uygulamaları ile birlikte humik asitin biyostimulant olarak etkinliği incelenmiş, humik asit uygulamalarının su içeriğinin korunarak yaş ve kuru ağırlıkta meydana gelen kayıpların azaldığı, K alımının artış göstererek K/Na oranının korunduğu rapor edilmiştir (Al Gehani, 2020). Yine hıyarda 3 farklı tuz düzeyi (0, 5, and 10 dS/m of NaCl) ve humik asit (0, 100, and 200 mg/L) uygulamalarında aşılı ve aşısı bitkilere yer verilmiş, artan tuz düzeyine bağılı olarak bitki büyüme ve gelişme parametrelerinde azalma meydana gelmiş, özellikle 200 mg/L humik asit uygulamasının bu etkileri hafiflettiği görülmüştür. Bununla birlikte humik asit uygulaması ile birlikte antioksidatif enzim aktivitesi, sekonder metabolitler ve fenolik asit içeriğinde artış belirlenmiştir. Tuzluluk stresine maruz kalan hıyar bitkilerinin fizyolojik süreçlerini düzenlemede ve büyümesini iyileştirmede humik asit uygulamasının potansiyel bir rol oynadığı ifade edilmiştir (Amerian ve ark., 2023).

Bitki gelişimini destekleyen bakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria - PGPR), doğada bulunan ve genellikle köklerde yaşayan mikroorganizmalardır (Aydın ve ark., 2012). PGPR'ler, bitkilerle etkileşime girerek köklerde yerleşim sağlar ve çeşitli mekanizmalarla bitki sağlığını olumlu yönde etkilerler. Bu etkiler arasında; bitkilerin büyümesini teşvik etme, siderofor üretme, patojenlerin gelişimini engelleme, bitkilerde dayanıklılık mekanizmalarını harekete geçirme, bitkisel hormonları uyarma veya sentezleme, besin alımını artırma, atmosferdeki azotu toprağa bağlayarak bitkilerin kullanabileceği formda sunma, amidler ve fitohormonlar gibi bileşenlerin sentezini yapma, besin maddeleri, iz elementler ve suyun köklere taşınmasını sağlama ve topraktaki organik maddelerin çözünme hızını artırma gibi birçok faydalı süreç yer almaktadır (Emilia ve ark., 2020; Kuşvuran ve Kuşvuran, 2021). Biyouyarıcı olarak hareket etme potansiyeline sahip bakteriler tuzlu, alkali, asidik ve kurak topraklara sahip bir dizi ekosistemden izole edilmektedirler. Bu bakteriler *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas* ve *Bacillus* gibi çeşitli cinslere aittir (Oosten ve ark., 2017). Bunlar olumsuz koşullara adaptasyon sağlamak ve gelişim göstermek için bazı stratejiler geliştirmişlerdir (Upadhyay, 2009). Bunlar arasında; hücre duvarının bileşimindeki değişiklikler ve yüksek konsantrasyonlarda çözünür madde biriktirme yeteneği en yaygın olanlardır ve su tutma kapasitesinin artışı ile ozmotik ve iyonik strese karşı artan tolerans sağlarlar. Kavunda *Azospirillum brasilense* ve *Paenibacillus dendritiformis* uygulamaları ile tuz stresi koşullarında kök ve sürgün biyomasında artış sağlanmış, bakteri inokülasyonu gerçekleştirilen

bitkilerde, uygulama yapılmayan bitkilere oranla toplan antioksidan aktivitesinde %60-80, verinde %16 oranında artış meydana gelmiş ve bakteri uygulamaları stresin olumsuz etkisini azaltmada etkili bulunmuştur (Gopalakrishnan ve ark., 2022). Hıyarda üç farklı bakteri türünü (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus megaterium* ve *Variovorax paradoxus*) inceleyen Nadeem ve ark. (2016) tuz stresi koşullarında *P. fluorescens* ACC-deaminaz aktivitesi, sideroforu ve IAA üretimi bakımından en etkili bakteri türü olduğunu, bu türü sırasıyla *B. megaterium* and *V. paradoxus* izlediğini, bakteri uygulamaları ile birlikte biyomas ve klorofil içeriğinde artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir. PGPR'lerin tuzun olumsuz etkisini azaltarak bitki büyüme ve gelişimini teşvik ettiği kavun (Seido ve ark., 2019), hıyar (Kang ve ark., 2014; Qi ve ark., 2021) ve kabak (Tarchoun ve ark., 2024) türlerinde gerçekleştirilen çalışmalarda da rapor edilmiştir.

Kitin, N-asetil-d-glukozamin birimlerinden oluşan doğrusal bir polisakkarit olup, doğada mevcut olan en yüksek üretim hızına ve biyolojik olarak bozunurluğa sahip maddelerden biridir. Kitosan, fotosentetik aktivite, antioksidan enzim aktivite-leri, sekonder metabolitler ve strese tolerans ile ilgili genlerin ekspresyonundaki artışa neden olarak kuraklık, tuzluluk ve yüksek sıcaklıklar gibi abiyotik stres faktörlerine karşı toleransı artırmada etkilidirler. Karpuzda kitin uygulaması, 180 mmol/l NaCl stresi altında, 1 g COS/l uygulamasının tuz toleransını artırabileceğini ve tuz stresinin zararını belirli bir ölçüde hafifletebileceğini göstermiştir (Zhu ve ark., 2020).

### 3.3. Bitki büyüme düzenleyiciler

Tuz stresi altında sağlıklı ve verimli bir yetiştiricilik için bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) önemli bir rol oynamaktadır. BBD'ler, stresli koşullarda bitkilerin gelişim süreçlerini ve sinyal iletim ağlarını düzenleyerek bitkilerin stresle başa çıkmalarına yardımcı olurlar. Yapılan araştırmalar, bu bileşiklerin stresin olumsuz etkilerini azaltmada veya ortadan kaldırmada etkili olduğunu ve bitkilerde sinyal iletimi veya haberci moleküller olarak işlev gördüğünü ortaya koymuştur (Yakupoglu ve ark., 2021).

Melatonin, bitkilerde antioksidan özellikler gösteren ve ışık/karanlık sinyalizasyonunda rol oynayan bir moleküldür. Günümüzde bitkisel hormon olarak tanımlanmasının yanı sıra, aynı zamanda reaktif oksijen ve azot türlerini ortamdan uzaklaştırarak koruyucu bir etki de sağlar. Dışsal melatonin uygulamalarının hem biyotik hem de abiyotik stres faktörleri altında bitkisel üretimi önemli ölçüde artırabileceği görülmüştür. Bununla birlikte melatoninin antioksidan olarak özellikle savunma sistemini teşvik ettiği ve bunu da stres altında görev yapan ya da aktif hale gelen bazı genlerin ekspresyonlarını teşvik ederek veya birçok genin ifade edilme seviyelerini önemli ölçüde yükselterek gerçekleştirdiği yapılan pek çok çalışmada ortaya konmuştur (Yakupoglu ve ark., 2021). Tuz stresi altında hıyar tohumlarına yapılan melatoninin uygulamalarının çimlenme sırasında giberellik asit ( $GA_3$ ) üretimini teşvik ederken absisik asit (ABA) ve ROS seviyelerini azalttığını belirtmişlerdir (Zhang ve ark., 2014). Kavunda melatoninin uygulamaları tuz stresi koşullarında bitkilerin bitki büyüme ve

gelişmesini teşvik etmiş, NaCl kaynaklı oksidatif zararlanmayı önemli ölçüde azaltmış, fotosentetik parametrelerde (Ci, Pn, Tr ve Gs) iyileşme görülürken, tuz stresinin neden olduğu klorofil içeriğinin inhibisyonu azalmıştır (Liu ve ark., 2023). Yine aynı türde tohumların melatonin solüsyonları (0, 10, 50 ve 100  $\mu\text{M}$ ) ile iki farklı sürede (6 ve 12 saat) muamele edilmesinin, tuz stresi altındaki kavun bitkilerinin çimlenmesi ve ilk büyümesi üzerinde olumlu etkisi olmuş, tuz stresi altında çimlenmede (14 dS/m EC) azalma meydana gelmiş, bu azalma melatonin ile tohum muamelesinden sonra artış göstermiştir. Tuz stresi altındaki bitki büyümesi (8 dS/m EC) göz önüne alındığında, en iyi büyüme ve fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler (ksilem su potansiyeli, yaprak bağıl su içeriği, toplam klorofil, kök canlılığı, prolin, malondialdehit içeriği, peroksidaz ve katalaz aktivitesi) 50  $\mu\text{M}$  tohum muamelesinden elde edilen bitkilerde belirlenmiştir (Castañares ve ark., 2024). Benzer şekilde melatoninin uygulaması karpuzda tuz stresinin neden olduğu lipid peroksidasyon ve elektrolit sızıntı düzeyini azalttığı, hidrojen peroksit oluşumunu engelleyerek oksidatif hasarı etkili bir şekilde hafiflettiği stresin hücrelerde neden olduğu oksidatif hasar, antioksidan sistemin düzenlenmesi, AsA-GSH ile ilişkili enzimler, glioksalaz sistemi, ozmolitlerin artırılması ve savunma sisteminde yer alan çeşitli genlerin aktivasyonu üzerinde melatoninin etkili olduğu rapor edilmiştir (Ghani ve ark., 2024).

Bitki büyüme düzenleyicisi olarak kabul edilen salisilik asidin (SA) bitkiler üzerindeki etkilerine dair yapılan araştırmalar, bu bileşiğin bitki büyümesi ve gelişimini önemli ölçüde düzenleyebildiğini

göstermektedir. SA, bitkinin tüm organlarında bulunur ve dışarıdan uygulandığında floem yoluyla farklı organlara taşınır. SA'nın, kuraklık, tuzluluk, sıcaklık ekstremiteleri, ağır metal ve don gibi çevresel stres koşullarına karşı dayanıklılık sağladığı rapor edilmiştir. Ayrıca, SA'nın bitkilerdeki stres tepkilerini düzenleyen önemli bir içsel işaret molekülü olduğu; biyotik ve abiyotik stres koşullarında protein sentezinin düzenlenmesinde ve bu proteinlerin çoğunun (özellikle absisik asit (ABA) ve SA) etkili olduğu belirtilmektedir (Kuşvuran ve Kaya, 2019). Hıyarda, SA uygulamaları tuz stresinin olumsuz etkisini azaltmış, bitki ve kök büyümesi, kök uzunluğu, kök yüzey alanı ile fotosentez hızının yükselmesinde etkili olmuş, kök sisteminin oluşumunda rol alan genlerin ifadesini artırarak tuz stresine karşı toleransı artırdığı belirtilmiştir (Miao ve ark., 2020). Hidroponik kültürde yetiştirilen kavunda SA uygulamalarının tuz stresinin zararlı etkilerini hafifletmedeki etkisinin incelendiği çalışmada, SA morfolojik parametreler ve verimde iyileşme sağlanmasına yardımcı olmuş, bununla birlikte yüksek SA asit konsantrasyonu tuz stresini teşvik ederek gaz değişimi ve taze ağırlık üzerinde olumsuz etkiler ortaya koymuştur (Oliveira ve ark., 2022). Yan ve ark. (2023) ise kavunda tuz stresi koşullarında SA uygulaması ile SOD ve CAT enzim aktivitelerinde artış belirlendiğini, SA'nın tuz stresi altında bir dizi sinyal yolunu başlatarak, hücre duvarı stabilitesini iyileştirmek için lignin biyosentezine katıldığını ve lipoksijenaz (LOX) genlerini pozitif olarak düzenleyerek tuz stresini hafifletebileceğini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte SA (0.00, 0.15, 0.50, 0.85 and 1.00 mM), 0.85 mM

dozuna kadar karpuzda (*Citrullus lanatus* L.) büyüme ve gelişme üzerinde olumlu etkiye sahip olmuştur (Ribeiro ve ark., 2020)

Bitki büyümeyi düzenleyici olarak ifade edilen Jasmonik asit ve onun metil esterleri olan metil jasmonatın (MeJA) bitkilerin tüm kısımlarında bulunduğu ve bitkinin bir strese maruz kalması durumunda bitkiyi sinyal sistemi ile uyardığı, bu nedenle çevresel streslerin azaltılmasında önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir. Bitki büyüme düzenleyicilerin kullanımının toleransı artırmak için etkili bir yaklaşım olabileceği ifade eden Parihar ve ark. (2021), lif kabağında NaCl ve UV-B streslerine maruz bırakılan bitkilerde büyüme ve gelişmenin olumsuz etkilendiğini, bununla birlikte, Wani ve ark. (2016) metil jasmonat (MeJA) veya cis-(+)-12-okso-fitodienoik asit (OPDA)'nın dışsal uygulamalarının, azot metabolizmasını ve fotosentezi teşvik ederek fidelerin büyüme performansını iyileştirebildiğini saptamışlardır.

Brassinostreoidler (BR), altıncı aktif ve geniş spektrumlu bitki büyüme hormonu olarak bilinen önemli bir doğal steroid hormondur. 2, 4-epibrassinolid (EBR), çeşitli farklı çalışmalarda ve tarımsal uygulamalarda yaygın olarak kullanılan oldukça aktif bir BR homologudur. Dışsal EBR uygulamaları ile bitkilerde daha güçlü büyüme, fotosentetik pigment içeriğinde artış, fotosentetik verimlilik ve antioksidan enzim aktivitesinde artış belirlenmiştir (Sharma ve ark., 2016; Sirhindi ve ark., 2017). Son çalışmalar, BR'lerin birçok bitkide çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı toleransı artırırken, çok çeşitli



bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini düzenlediğini göstermiştir. Dışsal brassinostreoid uygulaması (2,4-epibrassinolide (EBR), hıyarda fide büyümesini, fotosentetik pigmentleri, antioksidan savunma sistemini, iyon homeostazını, MAPK kaskad reaksiyonunu ve tuz stresi altında SOS sinyal yolunda yer alan anahtar genleri etkileyerek tuz toleransını artırdığı ifade edilmiştir (He ve ark., 2022). Dışsal EBR, transkripsiyonel düzeyde EBR biyosentetik genlerini aktive ederek hormonları düzenlediği, antioksidan enzim kapasitesi seviyesini artırarak reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve MDA'nın aşırı birikimini azalttığı, böylece stres koşullar altında hıyar fidelerinin büyümesinde gelişme meydana geldiği belirtilmiştir (Azhar ve ark., 2017; Anwar ve ark., 2018). Nie ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise, dışsal EBR'nin,  $\text{NaHCO}_3$  stresi altında hıyar yaprakları ve köklerindeki antioksidan enzimlerin aktivitelerini ve antioksidan içeriklerini, AsA/DHA ve GSH/GSSG oranlarını önemli ölçüde artırdığını, bitkilerin redoks dengesini önemli ölçüde iyileştirdiğini, ROS seviyesini azalttığını, membran lipid peroksidasyon derecesini düşürdüğünü, kök aktivitesini koruduğunu ve böylece hıyar fidelerinin alkali toleransını iyileştirdiğini göstermiştir.

### 3.4. Sinyal molekülleri

Bazı sinyal moleküller ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  ve NO gibi) Cucurbitaceae türlerinde tuz stresini iyileştirmeye katkıda bulunduğu bulunmuştur. Stres koşulları altında, dışsal  $\text{H}_2\text{O}_2$  genellikle reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinde ve bitkilerde tuz stresine toleransın sağlanmasında etkili olmaktadır. Antioksidan enzim sistemi ABA ve GA'yı aracılık

ederek hıyar tohumu çimlenmesi üzerindeki tuz stresinin engelleyici etkisini hafifletmiş ve kavunda antioksidan enzim sisteminin etkinliğine aracılık ederek bitkilerin tuz stresine karşı toleransını artırmıştır (Santos ve ark., 2019; Chen ve ark., 2024). Karpuzda farklı tuz ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamaları incelenmiş, 0.3 dS/m üzerindeki tuz konsantrasyonlarında fizyolojik özellikler ile verim ve kalite olumsuz etkilenmiş, 20 µM konsantrasyonda hidrojen peroksitin yaprak uygulaması stresin zararlı etkisini azaltmış, uygun konsantrasyonlarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının bir sinyal molekül olarak hareket ederek karpuzda tuz stresine toleransın sağlanmasında etkili olabileceği vurgulanmıştır (Jonathar Lemos da Silva ve ark., 2024). Günümüzde bazı çalışmalar, H<sub>2</sub>S'nin eksplantlardaki ozmotik maddelerin içeriğini düzenleyerek ve antioksidan potansiyeli iyileştirerek tuz stresi altındaki hıyarda köklerin gelişiminin desteklediğini göstermiştir (Liu ve ark., 2022) Hıyarda H<sub>2</sub>S uygulaması, Na/K homeostazını koruyarak, oksidatif stresin olumsuz etkisini azaltmada etkili olmuştur (Jiang ve ark., 2019). H<sub>2</sub>S'ye benzer şekilde, NO uygulamaları, antioksidan enzim aktivitesini artırarak tuz stresinin neden olduğu mitokondriyal oksidatif stresi hafifletmiştir (Shi ve ark., 2007). Nitekim hıyarda tuz stresi altında nitrik oksit (NO) çimlenme ve antioksidan enzim üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artış ile birlikte çimlenme oranı azalırken, çimlenme süresi artmış, NO uygulaması tohum çimlenme oranını arttırmış, 150 mM NaCl'de 50 µM SNP, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) aktivitelerini ve protein içeriğini önemli ölçüde artırırken, malondialdehit (MDA) içeriğini azaltmıştır (Fan ve ark., 2013).

#### 4. SONUÇ

Tüm dünyada yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan kabakgiller familyasına ait türler tuzluluktan çimlenmeden hasata kadar geçen dönemde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal açıdan olumsuz etkilenmekte sonuç olarak verim ve kalitede kayıplar meydana gelmektedir. Söz konusu değişimler ve zararlanma bitki türü, stres süresi ve gelime dönemi gibi farklı faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Kabakgillerde tuz stresinin problem olduğu alanlarda etkin ve sürdürülebilir bir yetiştiriciliğin gerçekleştirilebilmesi için bitki ıslah yöntemleri doğrultusunda tolerant çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla klasik ıslah yöntemlerinin yansısı biyoteknolojik yöntemlerde değerlendirilmektedir. Günümüzde genetik ilerlemeler sayesinde taşıma yolu, sinyal mekanizması ve bununla ilişkili genler ortaya çıkarılmış ve tuzluluk stresine tolerant çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Yine, transkriptomik, proteomik ve metabolomiklerin eklenmesiyle, tolerant çeşitlerin geliştirilmesi kolaylaştırılmıştır. Bununla birlikte, aşılama, biyostimulantların ve nanopartikül teknolojilerinin kullanımı yetiştiricilik açısından önemli alternatifler olarak değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abbas, S.M. (2013). The influence of biostimulants on the growth and on the biochemical composition of *Vicia faba* cv. Giza 3 beans. *Romanian Biotechnological Letters* 18 (2): 8061-8068.
- Abbas, F., Faried, H. N., Akhtar, G., Ullah, S., Javed, T., Shehzad, M. A., & Abeed, A. H. (2023). Cucumber grafting on indigenous cucurbit landraces confers salt tolerance and improves fruit yield by enhancing morpho-physio-biochemical and ionic attributes. *Scientific Reports*, 13(1): 21697.
- Abdelaal, K.A.A., Attia, K.A., Alamery, S.F., El-Afry, M.M., Ghazy, A.I., Tantawy, D.S., Al-Doss, A.A., El-Shawy, E.E., Abu-Elsaoud, A.M., & Hafez, Y.M. (2020). Exogenous application of proline and salicylic acid can mitigate the injurious impacts of drought stress on barley plants associated with physiological and histological characters. *Sustain* 12: 1736
- Abdel-Farid, I. B., Marghany, M. R., Rowezek, M. M., & Sheded, M. G. (2020). Effect of salinity stress on growth and metabolomic profiling of *Cucumis sativus* and *Solanum lycopersicum*. *Plants*, 9(11): 1626.
- Abdel-Wahab, A., Mohamed, M., Hanafy, S., & El-Mohammady, M. (2024). Improving Salinity Tolerance of Cucumber Plants Grown under Shadehouse Conditions by Grafting onto Some Genotypes and F1 Hybrids of Cucurbit Rootstocks. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 6(1): 84-97.
- Acosta-Motos, J., Ortuño, M., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M., & Hernandez, J. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(1): 18.
- Akrami, M., & Arzani, A. (2019). Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. *Scientific Reports*, 9(1): 7249.
- Aktas H, Abak K, & Eker S (2012). Anti-oxidative responses of salt-tolerant and salt-sensitive pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes grown under salt stress. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87 (4): 360.

- Al Gehani, I. A. (2020). Physiological Responses of Squash (*Cucurbita pepo* L.) to Humic Acid Treatment under NaCl Stress Conditions. *The Scientific Journal of University of Benghazi*, 33(2): 6-6.
- Ali, Q., Muhammad, A., Muhammad, S., & Hafiza, H. (2008). Ameliorating effect of foliar applied proline on nutrient uptake in water stressed maize (*Zea mays* L.) plants. *Pakistan Journal of Botany* 40: 211–219
- Amerian, M., Palangi, A., Gohari, G., & Ntatsi, G. (2024). Humic acid and grafting as sustainable agronomic practices for increased growth and secondary metabolism in cucumber subjected to salt stress. *Scientific Reports*, 14(1): 15883.
- Amerian, M., Palangi, A., Gohari, G., & Ntatsi, G. (2024). Enhancing salinity tolerance in cucumber through Selenium biofortification and grafting. *BMC Plant Biology*, 24(1): 24.
- Andreotti, C. (2020). Management of Abiotic Stress in Horticultural Crops: Spotlight on Biostimulants. *Agronomy*, 10: 1514.
- Anwar, A., Bai, L., Miao, L., Liu, Y., Li, S., Yu, X., & Li, Y. (2018). 24-Epibrassinolide ameliorates endogenous hormone levels to enhance low-temperature stress tolerance in cucumber seedlings. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(9): 2497.
- Atalan, İ.K., & Gökçe Öztürk, Z.N. (2021). Tuzluluk Stresi. In: *Sebzelerde Stres Toleransı ve İslah Stratejileri*. Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş. (eds.), Gece Kitaplığı, pp: 157-203, Ankara.
- Aydın, A., Yıldırım, E., Karaman, M.R., Turan, M., Demirtaş, A., Şahin, F., Güneş, A., Estringü, A., Dizman, M., & Tutar, A. (2012). Humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli (*Brassica oleracea*) bitkisinin bazı verim parametreleri üzerine etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1: 309-316.
- Azhar, N., Su, N., Shabala, L., & Shabala, S. (2017). Exogenously applied 24-epibrassinolide (EBL) ameliorates detrimental effects of salinity by reducing K<sup>+</sup> efflux via depolarization-activated K<sup>+</sup> channels. *Plant and Cell Physiology*, 58(4): 802-810.

- Bahadur, A., Singh, P. M., Rai, N., Singh, A. K., Singh, A. K., Karkute, S. G., & Behera, T. K. (2024). Grafting in vegetables to improve abiotic stress tolerance, yield and quality. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 1-19.
- Balasubramaniam, T., Shen, G., Esmaceli, N., & Zhang, H. (2023). Plants' response mechanisms to salinity stress. *Plants*, 12(12): 2253.
- Baktemur, G. (2023). In vitro koşullarda farklı konsantrasyonlarda sodyum klorür içeren besin ortamlarının kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisi gelişimine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1): 873-882.
- Balkaya, A. (2014). Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. *TÜRKTOB Dergisi* 3 (10): 6-9.
- Balkaya, A., Yıldız, S., Horuz, A., Doğru, S.M. (2016). Effects of salt stress on vegetative growth parameters and ion accumulations in cucurbit rootstock genotypes. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2(2): 11-24.
- Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196: 39-48.
- Bayoumi, Y., Abd-alkarim, E., El-Ramady, H., El-Aidy, F., Hamed, E. S., Taha, N., Prohens, J., & Rakha, M. (2021). Grafting improves fruit yield of cucumber plants grown under combined heat and soil salinity stresses. *Horticulturae*, 7(3): 61.
- Bayat, R. A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., & Üstün, A. S. (2014). Effects of proline application on antioxidative enzymes activities in the young pumpkin plants (*Cucurbita pepo* L. and *C. moschata* Poir.) under salt stress. *Turk. J. Agric. Nat. Sci*, 1(1): 25-33.
- Bekar, N. K., Balkaya, A., & Göçmen, M. (2017). Kabak anaçlarının aşılı hıyar yetiştiriciliğinde vejetatif büyüme üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 280-290.
- Brenji, S. H., Abd Allah, E. M., & Abouelsaad, I. A. (2022). Effect of melatonin or cobalt on growth, yield and physiological responses of cucumber (*Cucumis*

- sativus* L.) plants under salt stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 21(1): 51-60.
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy* 9 (6): 306.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383: 3-41.
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Okorokova-Facanha, A.L., & Facanha, A.R. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup>-atpase activity in maize roots. *Plant Physiology* 130: 1951– 1957.
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196:15-27.
- Castañares, J. L., Corvalán, B., & Larraburu, E. E. (2023). Effect of exogenous proline on physiological and growth traits of melon seedlings under salt stress. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 49(2): 50-55.
- Castañares, J. L., Daurelio, L., & Bouzo, C. A. (2024). Salt stress in melon (*Cucumis melo* L.) is alleviated by seed treatment with melatonin, modifying physiological and biochemical parameters. *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias*, (23).
- Chaves, M. M., Flexas, J., & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of botany*, 103(4): 551-560.
- Chen, C., Yu, W., Xu, X., Wang, Y., Wang, B., Xu, S., & Wang, Y. (2024). Research Advancements in Salt Tolerance of Cucurbitaceae: From Salt Response to Molecular Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16): 9051.
- Chevilly, S., Dolz-Edo, L., Martínez-Sánchez, G., Morcillo, L., Vilagrosa, A., López-Nicolás, J. M., & Mulet, J. M. (2021). Distinctive traits for drought and salt stress tolerance in melon (*Cucumis melo* L.). *Frontiers in Plant Science*, 12: 777060.

- de Lima, J. A. M., Lucena, T. K. P., Soares, K. O., da Silva Sales, W., karine pereira de Araújo, J., dos Santos Oliveira, H. W. G., & de Moura, I. N. B. M. (2023). Selection in Cucurbitaceae populations under different saline concentrations. *Observatório De La Economía Latinoamericana*, 21(11): 21104-21118.
- de Oliveira, F.A., de Medeiros, J.F., da Cunha, R.C., de Souza, M.W.L., & Lima, L.A. (2016). Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. *Rev. Ciência Agronômica* 47: 307-315.
- de Neta, M.L.S., de Oliveira, F.A., Torres, S.B., Souza, A.A.T., da Silva ,D.D.A., & dos Santos, S.T. (2018). Gherkin cultivation in saline medium using seeds treated with a biostimulant. *Acta Scientiarum Agronomy*, 40: e35216.
- Drobek, M., Frac, M., & Cybulska, J. (2019). Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress—A review. *Agronomy* 9 (6): 335.
- Elsheery, N. I., Helaly, M. N., Omar, S. A., John, S. V., Zabochnicka-Swiątek, M., Kalaji, H. M., & Rastogi, A. (2020). Physiological and molecular mechanisms of salinity tolerance in grafted cucumber. *South African Journal of Botany*, 130: 90-102.
- Emilia, D.A., Luisa, D.A., Stefania, D.P., & Petronia, C. (2020). Use of biostimulants to improve salinity tolerance in agronomic crops. In: Hasanuzzaman M. (eds) *Agronomic Crops*. Springer, Singapore pp:423-444.
- Ertekin, F., 2010. Kabakta yeşil aksam ve kök bölgesindeki iyon dağılımının tuz stresine toleransın belirlenmesinde kullanım olanakları üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Ertok, R., & Padem, H. 2007. Sebzelerde aşılama fizyolojisi. *Derim*, 24(2): 20-26.
- Fan, H. F., Du, C. X., Ding, L., & Xu, Y. L. (2013). Effects of nitric oxide on the germination of cucumber seeds and antioxidant enzymes under salinity stress. *Acta physiologiae plantarum*, 35(9): 2707-2719.
- García, A.C., Santos, L.A., Izquierdo, F.G., Sperandio, M.V.L., Castro, R.N., & Berbara, R.L.L. (2012). Vermicompost humic acids as an ecological pathway



- to protect rice plant against oxidative stress. *Ecological Engineering*, 47: 203-208
- Ghani, M. I., Yi, B., Rehmani, M. S., Wei, X., Siddiqui, J. A., Fan, R., & Ahmad, P. (2024). Potential of melatonin and *Trichoderma harzianum* inoculation in ameliorating salt toxicity in watermelon: Insights into antioxidant system, leaf ultrastructure, and gene regulation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 211: 108639.
- Gopalakrishnan, V., Burdman, S., Jurkevitch, E., & Helman, Y. (2022). From the lab to the field: combined application of plant-growth-promoting bacteria for mitigation of salinity stress in melon plants. *Agronomy*, 12(2): 408.
- Gong, Z. (2021). Plant abiotic stress: New insights into the factors that activate and modulate plant responses. *J. Integr. Plant Biol.*, 63: 429.
- Guo, Z., Qin, Y., Lv, J., Wang, X., Dong, H., Dong, X., & Piao, F. (2023). Luffa rootstock enhances salt tolerance and improves yield and quality of grafted cucumber plants by reducing sodium transport to the shoot. *Environmental Pollution*, 316: 120521.
- Han, W., Jia, J., Hu, Y., Liu, J., Guo, J., Shi, Y., & Gong, H. (2021). Maintenance of root water uptake contributes to salt-tolerance of a wild tomato species under salt stress. *Archives of Agronomy and Soil Science* 67 (2): 205-217.
- Hanif, S., Mahmood, A., Javed, T., Bibi, S., Zia, M. A., Asghar, S., & Ali, B. (2024). Exogenous application of salicylic acid ameliorates salinity stress in barley (*Hordeum vulgare* L.). *BMC Plant Biology*, 24(1): 1-16.
- Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., & Chen, S. (2021). A review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance. *Horticultrae* 7 (6): 132.
- He, X., Wan, Z., Jin, N., Jin, L., Zhang, G., Lyu, J., & Yu, J. (2022). Enhancement of cucumber resistance under salt stress by 2, 4-epibrassinolide lactones. *Frontiers in Plant Science*, 13: 1023178.
- Hernandez, J. A., Jiménez, A., Mullineaux, P., & Sevilla, F. (2000). Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. *Plant, cell & environment*, 23(8): 853-862.

- Horuz, A., Balkaya, A., Yıldız, S., Saribas, S., & Uygur, V. (2022). Comparison of the salt stress tolerance of promising Turkish winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) lines and interspecific hybrids. *Gesunde Pflanz*, 74: 69-86.
- Irik, H. A., & Bikmaz, G. (2024). Effect of different salinity on seed germination, growth parameters and biochemical contents of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds cultivars. *Scientific Reports*, 14(1): 6929.
- Jensen, P. J., Makalowska, I., Altman, N., Fazio, G., Praul, C., Maximova, S. N., & McNellis, T. W. (2010). Rootstock-regulated gene expression patterns in apple tree scions. *Tree Genetics & Genomes*, 6: 57-72.
- Jia, X. M., Zhu, Y. F., Hu, Y., Zhang, R., Cheng, L., Zhu, Z. L., & Wang, Y. X. (2019). Integrated physiologic, proteomic, and metabolomic analyses of *Malus halliana* adaptation to saline-alkali stress. *Horticulture Research*, 6.
- Jiang, J. L., Tian, Y., Li, L., Yu, M., Hou, R. P., & Ren, X. M. (2019). H<sub>2</sub>S alleviates salinity stress in cucumber by maintaining the Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> balance and regulating H<sub>2</sub>S metabolism and oxidative stress response. *Frontiers in plant science*, 10: 678.
- Jiang, Y., Tong, S., Chen, N., Liu, B., Bai, Q., Chen, Y., & Liu, H. (2021). The PalWRKY77 transcription factor negatively regulates salt tolerance and abscisic acid signaling in *Populus*. *The Plant Journal*, 105(5): 1258-1273.
- Jonathar Lemos da Silva, F., de Lima, G. S., Soares da Silva, S., Almeida dos Anjos Soares, L., Aparecida Frazão Torres, R., Raj Gheyi, H., & Lúcia Antunes de Lima, V. (2024). Effect of hydrogen peroxide application on physiology, production, and post-harvest quality of mini watermelon under salt stress. *Arid Land Research and Management*, 1-27.
- Kang, S. M., Khan, A. L., Waqas, M., You, Y. H., Kim, J. H., Kim, J. G., & Lee, I. J. (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria reduce adverse effects of salinity and osmotic stress by regulating phytohormones and antioxidants in *Cucumis sativus*. *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 673-682.

- Kavasoğlu, A. (2018). Aminoasit uygulamasının kınalı fasulye çeşidinin tarımsal özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., & Tas, I. (2003). Ameliorative effect of calcium nitrate on cucumber and melon plants drip irrigated with saline water. *Journal of Plant Nutrition*, 26(8): 1665-1681.
- Kesh, H., Devi, S., Kumar, N., Kumar, A., Kumar, A., Dhansu, P., & Mann, A. (2022). Insights into physiological, biochemical and molecular responses in wheat under salt stress. *Wheat-recent advances*.
- Kubota, C., McClure, M. A., Kokalis-Burelle, N., Bausher, M. G., & Roskopf, E. N. (2008). Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. *HortScience*, 43(6): 1664-1669.
- Kumar, P., Edelstein, M., Cardarelli, M., Ferri, E., & Colla, G. (2015). Grafting affects growth, yield, nutrient uptake, and partitioning under cadmium stress in tomato. *HortScience*, 50(11): 1654-1661.
- Kumar, V., Sharma, A., Kaur, R., Thukral, A.K., Bhardwaj, R., & Ahmad, P. (2017). Differential distribution of amino acids in plants. *Amino Acids* 49: 821-869
- Kurgan, L. (2022). Selvi sirkenin (*Atriplex nitens* Schkuhr)çimlenme özellikleri ile tuzluluk ve kuraklığa toleransının belirlenmesi, Iğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Iğdır.
- Kusvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Yaşar, F., & Abak, K. (2007). Effects of salt stress on ion accumulations and some of the antioxidant enzymes activities in melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5 (2): 351-354.
- Kuşvuran, Ş., & Kaya, E. (2019). Biberde farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresine tolerans üzerindeki etkisi. *International Ankara Conference On Scientific Researches*, 4-6 Ekim 2019, Ankara, p. 137-147.
- Kuşvuran, Ş. (2021). Bitkilerde oksidatif stres ve antioksidan enzimler. *Sebzelerde Stres Toleransı ve Islah Stratejileri*. Editörler: Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Daşgahn, H.Y., Kuşvuran, Ş. Gece Kitaplığı, pp: 361-405, Ankara. (Kitap Bölümü)

- Kuşvuran, A., & Kuşvuran, Ş. (2021). Biyostimulantların abiyotik stres toleransı üzerindeki etkileri. *Sebzelerde Stres Toleransı ve Islah Stratejileri*. Editörler: Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Daşgahn, H.Y., Kuşvuran, Ş. Gece Kitaplığı, pp: 430-466, Ankara.
- Kuşvuran, Ş., Kaya, E., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2021). Role of grafting in tolerance to salt stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: ion regulation and antioxidant defense systems. *Biotech Studies*, 30(1): 22-32.
- Liu, Y., Wei, L., Feng, L., Zhang, M., Hu, D., Tie, J., & Liao, W. (2022). Hydrogen sulfide promotes adventitious root development in cucumber under salt stress by enhancing antioxidant ability. *Plants*, 11(7): 935.
- Liu, J., Li, J., Li, X., Song, Y., Zhang, Z., Sun, J., & Sun, X. (2023). Melatonin-induced transcriptome variation of melon seedlings under salt stress. *Materials Express*, 13(3): 495-507.
- Meimandi, M. M., & Kappel, N. (2020). Grafting plants to improve abiotic stress tolerance. In *Plant Ecophysiology and Adaptation under Climate Change: Mechanisms and Perspectives II* (pp. 477-490). Springer, Singapore.
- Miao, Y., Luo, X., Gao, X., Wang, W., Li, B., & Hou, L. (2020). Exogenous salicylic acid alleviates salt stress by improving leaf photosynthesis and root system architecture in cucumber seedlings. *Scientia Horticulturae*, 272: 109577.
- Modarelli, G. C., Rouphael, Y., De Pascale, S., Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Orsini, F., & Gianquinto, G. 2020. Appraisal of salt tolerance under greenhouse conditions of a Cucurbitaceae genetic repository of potential rootstocks and scions. *Agronomy*, 10(7): 967.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1): 651-681.
- Nadeem, S. M., Ahmad, M., Naveed, M., Imran, M., Zahir, Z. A., & Crowley, D. E. (2016). Relationship between in vitro characterization and comparative efficacy of plant growth-promoting rhizobacteria for improving cucumber salt tolerance. *Archives of Microbiology*, 198: 379-387.

- Naliwajski, M., & Skłodowska, M. (2021). The relationship between the antioxidant system and proline metabolism in the leaves of cucumber plants acclimated to salt stress. *Cells*, 10(3): 609.
- Nair, P., Kandasamy, S., Zhang, J., Ji, X., Kirby, C., Benkel, B., Hodges, M.D., Critchley, A.T., Hiltz, D., & Prithiviraj, B. (2012). Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Genomics* 13 (1): 643
- Naseer, M. N., Rahman, F. U., Hussain, Z., Khan, I. A., Aslam, M. M., Aslam, A., & Iqbal, S. (2022). Effect of salinity stress on germination, seedling growth, mineral uptake and chlorophyll contents of three cucurbitaceae species. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65: e22210213.
- Navarro-León, E., Paradisone, V., López-Moreno, F. J., Rios, J. J., Esposito, S., & Blasco, B. (2021). Effect of CAX1a TILLING mutations on photosynthesis performance in salt-stressed brassica rapa plants. *Plant Science*, 311: 111013.
- Nie, W. J., Wang, S. S., Jing, X., Gong, B., Wei, M., Yang, F. J., & Shi, Q. H. (2018). Effects of exogenous 2, 4-epibrassinolide on the growth and redox balance of cucumber seedlings under NaHCO<sub>3</sub> stress. *The Journal of Applied Ecology*, 29(3): 899-908.
- Niu, M., Huang, Y., Sun, S., Sun, J., Cao, H., Shabala, S., & Bie, Z. (2018). Root respiratory burst oxidase homologue-dependent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production confers salt tolerance on a grafted cucumber by controlling Na<sup>+</sup> exclusion and stomatal closure. *Journal of Experimental Botany*, 69(14): 3465-3476.
- Niu, M., Sun, S., Nawaz, M. A., Sun, J., Cao, H., Lu, J., & Bie, Z. (2019). Grafting cucumber onto pumpkin induced early stomatal closure by increasing ABA sensitivity under salinity conditions. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1290.
- Oliveira, C. E. D. S., Steiner, F., Zuffo, A. M., Zoz, T., Alves, C. Z., & Aguiar, V. C. B. D. (2019). Seed priming improves the germination and growth rate of melon seedlings under saline stress. *Ciência Rural*, 49(7): e20180588.
- Oliveira, G. B. S., de Oliveira, F. D. A., dos Santos, S. T., de Oliveira, M. K. T., Aroucha, E. M. M., de Almeida, J. G. L., & Alves, F. A. T. (2021). Potassium

- nutrition as a strategy to mitigate salt stress in melon grown under protected cultivation. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, 42 (6): 3219-3234.
- Oliveira, V. K. N., Lima, G. D., Soares, M. D. M., Soares, L. D. A., Gheyi, H. R., Silva, A. D., & Fernandes, P. D. (2022). Salicylic acid does not mitigate salt stress on the morphophysiology and production of hydroponic melon. *Brazilian Journal of Biology*, 82: e262664.
- Qi, R., Lin, W., Gong, K., Han, Z., Ma, H., Zhang, M., & Zhang, X. (2021). *Bacillus* co-inoculation alleviated salt stress in seedlings cucumber. *Agronomy*, 11(5): 966.
- Oosten Van, M.J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4 (1): 1-12.
- Parihar, P., Singh, R., Singh, A., & Prasad, S. M. (2021). Role of oxylipin on Luffa seedlings exposed to NaCl and UV-B stresses: An insight into mechanism. *Plant Physiology and Biochemistry*, 167: 691-704.
- Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., & Górecki, H. (2018). Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules* 23: 470.
- Prassinis, C., Ko, J. H., Lang, G., Iezzoni, A. F., & Han, K. H. (2009). Rootstock-induced dwarfing in cherries is caused by differential cessation of terminal meristem growth and is triggered by rootstock-specific gene regulation. *Tree physiology*, 29(7): 927-936.
- Ribeiro, J. E. D. S., de Sousa, L. V., da Silva, T. I., Nóbrega, J. S., Figueiredo, F. R. A., Bruno, R. D. L. A., & de Albuquerque, M. B. (2020). *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 15 (1): e6638.
- Rouphael, Y., De Micco, V., Arena, C., Raimondi, G., Colla, G., & De Pascale, S. (2017). Effect of *Ecklonia maxima* seaweed extract on yield, mineral composition, gas exchange, and leaf anatomy of zucchini squash grown under saline conditions. *Journal of Applied Phycology*, 29: 459-470.

- Santos, A. S., Almeida, J. F., Silva, M. S. D., Nóbrega, J. S., Queiroga, T. B. D., Pereira, J. A. R., & Gomes, F. A. L. (2019). The influence of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application methods on melon plants submitted to saline stress. *Journal of Agricultural Science*, 11(11): 245.
- Seido, S. L., de Sousa, L. P., da Silva, M. J., Donzeli, V. P., & de Queiroz, S. O. P. (2019). Melon growth-promoting rhizobacteria under saline stress. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14(1): 1-9.
- Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S., & Ellialtıoglu, S. (2011). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*, 6(21):4920-4924.
- Sharma, A., Thakur, S., Kumar, V., Kanwar, M. K., Kesavan, A. K., Thukral, A. K., & Ahmad, P. (2016). Pre-sowing seed treatment with 24-epibrassinolide ameliorates pesticide stress in *Brassica juncea* L. through the modulation of stress markers. *Frontiers in plant science*, 7: 1569.
- Shahzad, B., Rehman, A., Tanveer, M., Wang, L., Park, S. K., & Ali, A. (2022). Salt stress in brassica: effects, tolerance mechanisms, and management. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(2): 781-795.
- Sheikhalipour, M., Esmailpour, B., Behnamian, M., Gohari, G., Giglou, M. T., Vachova, P., & Skalicky, M. (2021). Chitosan–selenium nanoparticle (Cs–Se NP) foliar spray alleviates salt stress in bitter melon. *Nanomaterials*, 11(3): 684.
- Shi, Q., Ding, F., Wang, X., & Wei, M. (2007). Exogenous nitric oxide protect cucumber roots against oxidative stress induced by salt stress. *Plant physiology and Biochemistry*, 45(8): 542-550.
- Sirhindi, G., Kaur, H., Bhardwaj, R., Sharma, P., & Mushtaq, R. (2017). 28-Homobrassinolide potential for oxidative interface in *Brassica juncea* under temperature stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39: 1-10.
- Singh, M., Nara, U., Kumar, A., Choudhary, A., Singh, H., & Thapa, S. (2021). Salinity tolerance mechanisms and their breeding implications. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1): 173.

- Song, J., Ding, X., Feng, G., & Zhang, F. (2006). Nutritional and osmotic roles of nitrate in a euhalophyte and a xerophyte in saline conditions. *New Phytol.*, 171: 357–366.
- Takahashi, F., & Shinozaki, K. (2019). Long-distance signaling in plant stress response. *Current opinion in plant biology*, 47: 106-111.
- Taratima, W., Kunpratun, N., & Maneerattanarungroj, P. (2023). Effect of salinity stress on physiological aspects of pumpkin (*Cucurbita moschata* duchesne.'laikaotok') under hydroponic condition. *Asian J Agric & Biol.*, 2: 202101050.
- Tarchoun, N., Saadaoui, W., Mezghani, N., Pavli, O. I., Falleh, H., & Petropoulos, S. A. (2022). The effects of salt stress on germination, seedling growth and biochemical responses of tunisian squash (*Cucurbita maxima* Duchesne) germplasm. *Plants*, 11(6): 800.
- Tarchoun, N., Saadaoui, W., Hamdi, K., Falleh, H., Pavli, O., Ksouri, R., & Petropoulos, S. A. (2024). Seed Priming and Bioprimering in Two Squash Landraces (*Cucurbita maxima* Duchesne) from Tunisia: A Sustainable Strategy to Promote Germination and Alleviate Salt Stress. *Plants*, 13(17): 2464.
- Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., & Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface: From environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling & Behavior* 5: 635–643.
- Toksoy, S., & Doğru, A. (2021). Ekzojen Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Hıyar Bitkilerinde Fotosistem II Aktivitesi Üzerindeki Etkileri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1): 418-429.
- Torun, G. (2023). Marulda nano silisyum dozları ve uygulama yöntemlerinin tuza toleransın sağlanması üzerindeki etkisi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı.
- Tsai, Y. C., Chen, K. C., Cheng, T. S., Lee, C., Lin, S. H., & Tung, C. W. (2019). Chlorophyll fluorescence analysis in diverse rice varieties reveals the positive correlation between the seedlings salt tolerance and photosynthetic efficiency. *BMC Plant Biology*, 19: 1-17.



- Uçan, Ü.M. (2015). Farklı düzeyde tuz içeren sulama sularının karpuzun verim, verim bileşenleri ve toprak tuzluluğu üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Uçarlı, C. (2020). Effects of salinity on seed germination and early seedling stage. *Abiotic Stress in Plants*, 211:10.5772.
- Ulas, A., Aydın, A., Ulas, F., Yetisir, H., & Miano, T. F. (2020). Cucurbita rootstocks improve salt tolerance of melon scions by inducing physiological, biochemical and nutritional responses. *Horticulturae*, 6(4): 66.
- Upadhyay, S.K., Singh, D.P., & Saikia, R. (2009). Genetic diversity of plant growth promoting rhizobacteria from rhizospheric soil of wheat under saline conditions. *Current Microbiology*, 59 (5): 489–96.
- Üzal, Ö., & Yaşar, F. (2017). Karpuz Genotiplerinde [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] Tohum ve Fide Yaprak Özellikleri ile Tuz Toleransı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(3): 259-267.
- Wani, S. H., Kumar, V., Shriram, V., & Sah, S. K. (2016). Phytohormones and their metabolic engineering for abiotic stress tolerance in crop plants. *The crop journal*, 4(3): 162-176.
- White, S., Keleshian, M. (1994). A field guide to economically important seaweeds of northern New England University of Maine/University of New Hampshire Sea Grant Marine Advisory Program. MSG-E-93-16.
- Van Zelm, E., Zhang, Y., & Testerink, C. (2020). Salt tolerance mechanisms of plants. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 71: 403–433.
- Yan, M., Mao, J., Wu, T., Xiong, T., Huang, Q., Wu, H., & Hu, G. (2023). Transcriptomic analysis of salicylic acid promoting seed germination of melon under salt stress. *Horticulturae*, 9(3): 375.
- Yakupoğlu, G., Köklü, Ş., Karaca, A., Korkmaz, A. (2021). Bazı bitki büyüme düzenleyicilerin sebzeerde stres toleransı üzerine etkileri Sebzeerde Stres Toleransı ve Islah Stratejileri. Editörler: Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş. Gece Kitaplığı, pp: 571-621, Ankara.

- Yasar, F., Kusvuran, S., & Ellialtioglu, S. (2006). Determination of antioxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) varieties and cultivars under salt stress. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81 (4): 627-630.
- Yaşar, F., Ellialtioglu, Ş., Özpay, T., & Uzal, Ö. (2008). Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 18(1): 61-65.
- Yasar, F., Uzal, O., & Yasar, O. (2013). Identification of Ion Accumulation and Distribution Mechanisms in Watermelon Seedlings ((*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Grown under Salt Stress. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 23(3): 209-214.
- Zhang, H. J., Zhang, N. A., Yang, R. C., Wang, L., Sun, Q. Q., Li, D. B., & Guo, Y. D. (2014). Melatonin promotes seed germination under high salinity by regulating antioxidant systems, ABA and GA 4 interaction in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Pineal Research*, 57(3): 269-279.
- Zhang, X., Zhang, L., Ma, C., Su, M., Wang, J., Zheng, S., & Zhang, T. (2022). Exogenous strigolactones alleviate the photosynthetic inhibition and oxidative damage of cucumber seedlings under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 297: 110962.
- Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., & Wang, P. (2021). Regulation of plant responses to salt stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9): 4609.
- Zhu, Y. C., Sun, D., Liu, J. P., & Sun, X. W. (2020). Effects of chitosan oligosaccharides on watermelon seedlings with different salt tolerance under NaCl stress. *Journal of Fruit Science*, 37 (6): 866-874.



## BÖLÜM 9

### KABAKGİLLERDE BİTKİ BÜYÜMESİNİ DESTEKLEYEN RİZOBAKTERİLERİN (PGPR) KULLANIMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ ROLÜ

Dr. Yadigar Leyla DOĞAN<sup>1\*</sup>  
Doç. Dr. Özlem ÜZAL<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544282>

---

<sup>1</sup> Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya, Türkiye. [lyldgn8591@gmail.com](mailto:lyldgn8591@gmail.com), Orcid ID: 0000-0002-7404-5653

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. [ozlemuzal@yyu.edu.tr](mailto:ozlemuzal@yyu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-1538-820X

\*Sorumlu yazar



## GİRİŞ

Kabakgiller (*Cucurbitaceae*) ailesi, kabak, kavun, karpuz ve hıyar gibi bitkileri içermekte olup, bu bitkiler hem besin değeri hem de ekonomik önemleriyle dikkat çekmektedir (Zheng ve ark., 2019; Feng ve ark., 2023; Chen ve ark., 2024a; Pawełkowicz ve ark., 2024). Lif, vitamin ve mineraller açısından zengin olan bu türler, antioksidan özellikleriyle kronik hastalıkların önlenmesine de katkıda bulunmaktadır (Kanani ve Pandya, 2022; Nie ve ark., 2024; Romo-Tovar ve ark., 2024). Ancak, iklim değişikliği, artan dünya nüfusu ve yoğun kimyasal gübre kullanımı, kabakgillerde dahil olmak üzere tüm bitkilerin verimliliğini ve kalitesini olumsuz etkilemektedir (Sarker ve ark., 2021; Mitra ve ark., 2024).

2050 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyara ulaşacağı öngörüsü, tarımsal verimliliğin sürdürülebilir yöntemlerle artırılmasını zorunlu kılmaktadır (Aoudi ve ark., 2024; Savvas ve ark., 2024). Kimyasal gübrelerin çevresel etkileri ve maliyetlerinin artması, çevre dostu biyolojik alternatifleri gündeme getirmektedir. Bu doğrultuda, bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, PGPR), sürdürülebilir tarım uygulamaları için önemli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (Habibi ve ark., 2023; Su ve ark., 2024). Bu çalışmada özellikle, PGPR'nin doğrudan mekanizmaları ile bitki büyümesi üzerindeki etkilerine odaklanılacaktır.

## 1. PGPR: TANIMI, TARİHÇESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ ROLÜ

PGPR, bitkilerin kök bölgesinde kolonize olan ve büyümeyi teşvik eden faydalı mikroorganizmalardır (Çığ vd., 2021; Erman vd., 2024; Kotan, 2024). Bu organizmalar, rizosfer adı verilen kök mikroçevresinde bulunur ve bitki köklerinden salgılanan bileşiklerle beslenerek burada kolayca çoğalır (Asfha ve ark., 2023; Qin ve ark., 2024). Rizosfer kavramı, 1904 yılında Lorenz Hiltner tarafından ortaya atılmış ve kök-mikroorganizma etkileşiminin bitki gelişiminde kritik rol oynadığı gösterilmiştir. PGPR'ler bitki büyümesini destekleyen azot fiksasyonu, fosfat çözüldürme, fitohormon üretimi ve siderofor salgılama gibi işlevleriyle tarımsal verimliliği artırdığı belirtilmektedir (Dasgan ve ark., 2024; Han ve ark., 2024; Savastano ve Bais, 2024).

1978 yılında Joseph W. Kloepper ve Milton Schroth, PGPR kavramını detaylandırarak bu mikroorganizmaların tarımsal potansiyeline dikkat çekmişlerdir (Chauhan ve ark., 2023; Ehinmitan ve ark., 2024). 1987'de Kanada'da düzenlenen ilk PGPR çalışmayı ile PGPR araştırmaları uluslararası alanda hız kazanmış ve farklı toprak koşullarında PGPR'nin etkinliği araştırılmıştır. Ardından birçok ülkede düzenlenen çalıştaylar, PGPR'nin tarımsal uygulamadaki rolünü desteklemiştir. En son, 2023'te Fransa'da gerçekleştirilen 12. PGPR Çalıştayı'nda güncel gelişmeler ele alınmış ve sürdürülebilir tarım uygulamalarındaki artan önemi vurgulanmıştır (Ryu ve ark., 2024).

Kimyasal gübrelerin bitkiler tarafından yalnızca %30-40 oranında kullanılabilmesi, çevresel sorunlara yol açmaktadır (Altuntaş ve Kutsal,

2022; Carezzano ve ark., 2023; Qin ve ark., 2024). Bu sınırlı etkinlik ve olumsuz çevresel etkiler göz önüne alındığında, PGPR gibi biyolojik çözümler sürdürülebilir tarım için vazgeçilmez hale gelmektedir. Fosfat çözüldürme kapasitesine sahip *Pseudomonas*, azot fiksasyonu yapan *Rhizobium* ve stres koşullarına dayanıklılığı artırılan *Bacillus* gibi PGPR türleri, çevre dostu tarımda önemli roller üstlenmektedir (Upadhyay ve ark., 2022; Chauhan ve ark., 2023; Abou Jaoudé ve ark., 2024).

Sonuç olarak, PGPR'nin rizosferdeki etkisi, tarımsal verimliliği artırma potansiyeli ve ekolojik sürdürülebilirliğe katkısı ile kimyasal gübre kullanımına çevre dostu bir alternatif sunduğu görülmektedir (Massa ve ark., 2022; Hasan ve ark., 2024).

## **2. PGPR'İN DOĞRUDAN ETKİ YOLLARI İLE BİTKİ GELİŞİMİNİN DESTEKLENMESİ**

### **2.1. Bitki Besin Maddelerinin Mikrobiyal Biyoyararlanımı**

#### **2.1.1. Azot Fiksasyonu**

Azot, bitki büyümesi için yaşamsal öneme sahip bir mineraldir ve fotosentez ile protein sentezi gibi biyokimyasal süreçlerde önemli rol oynar (Alzate Zuluaga ve ark., 2024; Vincze ve ark., 2024). Atmosferin %79'unu oluşturan dinitrojen ( $N_2$ ) gazı, üçlü kovalent bağ yapısı nedeniyle düşük reaktivite göstermekte ve bu haliyle bitkiler tarafından doğrudan kullanılamamaktadır (Shah ve ark., 2021; Hasan ve ark., 2024). Bu nedenle, tarımsal verimi artırmak amacıyla azot bazlı gübreler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu gübrelerin aşırı kullanımının çevresel kirlilik, ötrofikasyon, toksik kalıntılar ve sera gazı emisyonları gibi sorunlara yol açarak iklim değişikliğini tetiklediği



bilinmektedir (Alberton ve ark., 2020; Barros-Rodríguez ve ark., 2024). Buna ek olarak, uygulanan azotun yalnızca yarısının etkin şekilde kullanılabilirdiği, geri kalan kısmın ise buharlaşma, süzülme veya yüzey akışı yoluyla kaybolduğu ya da toprakta organik kompleksler halinde kaldığı Bouchet (2016) tarafından ifade edilmiştir (Hasan ve ark., 2024). Azot bazlı gübre kullanımını azaltmak ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmek için biyolojik azot fiksasyonu (BNF), etkili bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. BNF, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* ve *Azotobacter* gibi rizobakterilerin atmosferik azotu bitkiler için erişilebilir bileşiklere dönüştürdüğü biyolojik bir süreçtir (Wójcik ve ark., 2023). Bu bakteriler, toprağa sürekli bir azot kaynağı sağlayarak toprak verimliliğini artırmakta ve tarımsal üretkenliği desteklemektedir. BNF gerçekleştiren bu bakteriler, bitkilerle kurdukları ilişkiye göre simbiyotik ve serbest yaşayan bakteriler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır (Hakim ve ark., 2021; Upadhyay ve ark., 2022). Simbiyotik bakteriler, baklagillerle karşılıklı fayda sağlayan bir ilişki kurmakta olup, özellikle *Rhizobium* ve *Bradyrhizobium* türleri bitki köklerinde nodüller oluşturarak azot fiksasyonunu gerçekleştirmektedir. Bu simbiyotik ilişki, baklagillerin hektar başına yılda 200 kg'a kadar azot sabitlemesine olanak tanımakta, ancak dışarıdan yüksek miktarda azot sağlandığında enerji tasarrufu adına azot fiksasyonu durdurulmaktadır (Shah ve ark., 2021). Serbest yaşayan bakteriler ise bitkilerle doğrudan bir simbiyotik ilişkiye ihtiyaç duymadan toprakta serbest olarak yaşamakta ve nitrojenaz enzimi aracılığıyla atmosferik azotu  $NH_3$  formuna dönüştürmektedir (Bhadrecha ve ark., 2023). *Azospirillum* ve *Azotobacter* gibi türler, kök

gelişimini teşvik ederek bitkilerin topraktan daha fazla besin alabilmesini sağlamakta ve tarımsal verimliliğe olumlu katkı sunmaktadır (Chieb ve Gachomo, 2023). Sentetik azot gübrelere aşırı kullanımı, nitroz oksit (N<sub>2</sub>O) gibi güçlü sera gazlarının salınımına yol açarak iklim değişikliğini tetiklerken, BNF bu emisyonları azaltma potansiyeline sahiptir (Shah ve ark., 2021; Rizzo ve ark., 2023). Ayrıca, BNF'nin azot kullanım verimliliğini artırarak bitkilerin azot gereksinimlerinin karşılanmasına katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Yaghoubi Khanghahi ve ark., 2024). Özetle PGPR, atmosferik azotu doğrudan sabitleyerek veya azot fiksasyonunu gerçekleştiren bakterilere destek sağlayarak tarımsal üretkenliğe katkıda bulunmaktadır (Grover ve ark., 2021; Rehan ve ark., 2023 ).

### **2.1.2. Fosfor Çözünürlüğü**

Fosfor (P), bitki gelişimi için temel bir makro besin olup, solunum, enerji aktarımı ve fotosentez gibi kritik fizyolojik süreçlerde önemli rol oynar (Ibáñez ve ark., 2023). Ancak topraktaki fosforun büyük bir bölümü çözünmez veya hareketsiz formda bulunduğu için, bitkilerin bu elementi yeterli düzeyde alabilmesi güçleşmekte ve bu durum tarımsal verim kayıplarına yol açabilmektedir (Jalal ve ark., 2023; Hasan ve ark., 2024). Fosforun biyoyararlanımını artırmak amacıyla fosfat bazlı gübreler yaygın olarak kullanılmakla birlikte, bu gübrelerin yüksek maliyeti ve çevre kirliliğine yol açma potansiyeli, sürdürülebilir alternatifler arayışını gerekli kılmaktadır. Örneğin, Khoshru ve ark. (2023), fosforun optimum pH koşullarında (yaklaşık 6,5) bitkilerce alınabilir olduğunu ve asidik veya alkali topraklarda alınabilirliğinin

düşüğünü vurgulamaktadır. Bu bağlamda, kaya fosfatı (RP) sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmakla birlikte, RP'den fosforun çözündürülmesinin oldukça zor olduğunu belirtmektedir. Çözünmeyen fosforun bitkiler için kullanılabilir hale getirilmesi, fosfat çözücü bakteriler (PSB) olarak bilinen mikroorganizmalar sayesinde mümkün olmaktadır (Hakim ve ark., 2021; Yaghoubi Khanghahi ve ark., 2024). PSB, salgıladıkları organik asitler aracılığıyla fosfor ve diğer minerallerin çözünürlüğünü artırmaktadır. *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* ve *Pantoea* gibi PSB türleri; formik, asetik, propiyonik, laktik ve süksinik asit salgılayarak fosforu çözünür hale getirirken, bu asitler aynı zamanda toprak pH'sını düşürerek mineral iyonlarının şelatlaşmasını desteklemektedir (Aloo ve ark., 2022; Andreatta ve ark., 2024). Ek olarak, PSB tarafından salgılanan fitaz ve fosfataz gibi enzimler, organik fosfor formlarının parçalanmasına katkı sağlayarak fosforun bitkiler tarafından daha etkin bir şekilde alınmasını sağlamaktadır (Khatoon ve ark., 2020; Haskett ve ark., 2021; Yaghoubi Khanghahi ve ark., 2024). Shah ve ark. (2021), fosfat çözücü bakterilerin fosfor gereksinimini %25 oranında azaltabileceğini belirtmektedir. Bu bakterilerin temel etki mekanizması, glukonik asit ve keto glukonik asit gibi organik asitler salgılayarak fosfat katyonlarını şelatlamaktır; böylece çözünmeyen fosfor, bitkiler için erişilebilir bir forma dönüşmektedir. Fosfor çözme kapasitesiyle öne çıkan *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Mesorhizobium* ve *Serratia* gibi PGPR türleri, sürdürülebilir tarım uygulamalarında önemli bir rol oynamaktadır (Hakim ve ark., 2021; Hasan ve ark., 2024). Abdel

Rahman ve ark. (2021a) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma, fosfat çözücü bakterilerin sebzelerde fosfor alımını ve büyüme desteklediğini ortaya koymuştur. Özellikle *Pseudomonas sp.* HD ve *Escherichia sp.* HD suşlarının, kavun, hıyar ve kabak gibi sebzelerde fosfor çözünürlüğünü artırarak bitki gelişiminde önemli iyileşmeler sağladığı saptanmıştır.

### **2.1.3. Potasyum Çözünürlüğü**

Potasyum, bitki gelişimi için gerekli temel besin elementlerinden biridir ve fotosentez, protein sentezi ile su dengesinin sağlanması gibi temel fizyolojik süreçlerde önemli rol oynamaktadır (Yasar ve Uzal, 2021). Bununla birlikte, topraktaki potasyumun %90'dan fazlası çözünmeyen kaya ve mineral silikatlarda bulunduğu için, bitkiler bu elemente erişimde sıkıntı yaşamakta ve bu durum potasyum eksikliği nedeniyle verim kayıplarına neden olmaktadır (Hasan ve ark., 2024; Vincze ve ark., 2024). Bu sebeple, potasyum çözünürlüğünü artırmaya yönelik biyolojik stratejiler, tarımsal verimlilik için büyük bir önem taşımaktadır. Bazı PGPR, potasyum içeren kayaları çözebilen organik asitler üreterek potasyumu bitkiler için daha erişilebilir hale getirme kapasitesine sahiptir. Bu mikroorganizmalar arasında *Acidithiobacillus sp.*, *Bacillus edaphicus*, *Ferrooxidans sp.*, *Bacillus mucilaginosus*, *Pseudomonas sp.*, *Burkholderia* ve *Paenibacillus* türleri bulunmaktadır. Bu bakteriler, oksalik asit, sitrik asit, süksinik asit, asetat, ferulik asit ve kumarik asit gibi bileşikler salgılayarak rizosferin asidikliğini artırmakta ve potasyum çözünürlüğünü iyileştirmektedir (Hasan ve ark., 2024). Potasyum çözücü bakteriler (KSB), feldispat ve

alüminosilikat gibi çözünmeyen potasyum kaynaklarından potasyum sağlama kapasiteleri ile sürdürülebilir tarımda önemli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu bakterilerin salgıladığı organik asitler, ortam pH'ını düşürmekte ve metal iyonlarını şelatlayarak potasyum bileşiklerinin çözünmesini sağlamaktadır (Yaghoubi Khanghahi ve ark., 2024; Wang ve ark., 2024). Böylece KSB, potasyumun bitkiler tarafından alınabilir hale gelmesinde önemli bir biyolojik rol üstlenmektedir. Bu mikroorganizmalar, bitkilerle simbiyotik bir ilişki kurarak besin alımını desteklemekte ve rizosferde asidik bir ortam oluşturarak potasyum çözünürlüğünü artırmaktadır. İlk olarak Muentz (1890) tarafından ortaya konan bu etki, potasyum içeren kayaların çözülmesinde mikroorganizmaların kritik rolünü göstermiştir. *Bacillus edaphicus*, *Bacillus megaterium*, *Arthrobacter sp.* ve *Paenibacillus glucanolyticus* gibi türler, silikat minerallerini parçalayarak çözünmeyen potasyum kaynaklarını bitkilerin kullanımına sunmaktadır. Bu mikroorganizmaların biyogübre olarak kullanımı, kimyasal gübre ihtiyacını azaltmakta, çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmakta ve bitki besin maddelerinin biyoyararlanımını artırmaktadır (Shah ve ark., 2021).

#### **2.1.4. Siderofor Üretimi**

Sideroforlar, bitki kök bölgesinde (rizosfer) demirin biyoyararlanımını artırarak hem biyogübre hem de biyolojik kontrol ajanı işlevi gören moleküllerdir. Bu bileşikler, bitki patojenleriyle demir için rekabete girerek patojenlerin demire erişimini sınırlamakta ve böylece bitki sağlığını desteklemektedir (Rocha ve ark., 2022; Vincze ve ark., 2024).

Yapısal olarak fenolat, hidroksamat, pioverdin ve karboksilat gruplarına ayrılan sideroforlar, demir iyonları ile yüksek kararlılığa sahip kompleksler oluşturarak demiri bitkiler için kullanılabilir hale getirir. Ayrıca, çinko, bakır ve manganez gibi diğer metallerle de bağlanabilme kapasitesine sahip olduklarından, bitki besin gereksinimlerini karşılamada çok yönlü bir rol üstlenmektedir (Andreatta ve ark., 2024). Topraktaki demir, genellikle  $Fe^{3+}$  formunda çözünmeyen oksit ve hidroksit bileşikleri şeklinde bulunduğundan biyoyararlanımı sınırlıdır (Ehinmitan vd., 2024). Bu durum, fotosentez, amino asit sentezi, solunum ve azot fiksasyonu gibi hayati bitki metabolizma süreçlerinde demir eksikliğine neden olmaktadır. Bazı bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler, demirin düşük biyoyararlanım sorununu gidermek amacıyla siderofor adı verilen düşük molekül ağırlıklı bileşikler sentezleyerek demiri bitkiler için alınabilir forma dönüştürmektedir (Hasan ve ark., 2024). Bu mikroorganizmalar arasında, gram-negatif bakterilerden *Enterobacter* ve *Pseudomonas* türleri ön plana çıkmakta olup, gram-pozitif bakterilerden *Bacillus* ve *Rhodococcus* gibi sınırlı sayıda tür de siderofor üretme kapasitesine sahiptir. Bu bakterilerin yüksek demir bağlanma afinitesi, demirin biyoyararlanımını artırarak bitki gelişimini desteklemektedir (Al-Turki ve ark., 2023; Shahwar ve ark., 2023). Siderofor üreten mikroorganizmalar arasında *Agrobacterium tumefaciens*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Rhizobium meliloti*, *Serratia* ve *Streptomyces* gibi türler yer almakta ve rizosferde demirin biyoyararlanımını artırarak bitki sağlığına katkıda bulunmaktadır. (Hakim ve ark., 2021; Dunn ve

Becerra-Rivera, 2023). Bu özellikleriyle, siderofor üretimi, demir eksikliği yaşanan topraklarda bitki sağlığını desteklemek ve patojenlerin etkisini azaltmak açısından kritik bir öneme sahiptir.

## 2.2. Fitohormon Üretimi

### 2.2.1. Oksin

Rizobakteriler, bitki büyümesini destekleyici etkilerini büyük ölçüde indol-3-asetik asit (IAA) gibi oksinler üreterek göstermektedir. Oksinler, bitki gelişiminde apikal baskınlık, hücre bölünmesi, kök gelişimi, fotosentez ve stres direnci gibi süreçlerde kritik işlevler görmektedir (Kaushal ve ark., 2023; Ehinmitan ve ark., 2024). Rizosferdeki bakterilerin %80'den fazlası IAA sentezleyebilme kapasitesine sahip olup, *Aeromonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Mesorhizobium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* ve *Sinorhizobium* gibi cinsler bu grupta yer almaktadır (Grover ve ark., 2021; Ullah vd., 2021). Özellikle bakteriyel kökenli IAA, kök gelişimini teşvik ederek bitkilerin su ve besin alım kapasitesini artırmakta, böylece bitki sağlığına önemli katkılar sağlamaktadır (Chieb ve Gachomo, 2023; Andreatta ve ark., 2024). IAA biyosentezi, triptofana bağımlı veya bağımsız yollarla gerçekleşmekte olup, bu süreç kök eksüdatları ya da bakteri hücreleri tarafından düzenlenmektedir. Liu ve ark. (2016) çalışmasında, *Bacillus amyloliquefaciens* suşu SQR9'un hıyar bitkisinde triptofan salgısını teşvik ederek rizosferde IAA sentezini artırdığı ve bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir. Aynı zamanda, mikrobiyal IAA'nın bitkilerin tuzluluk stresi gibi çevresel zorluklara karşı

dayanıklılığını artırdığı ve stres koşullarında köklerdeki IAA seviyelerini dengelediği belirlenmiştir. Su kıtlığı durumunda ise bakteriyel IAA'nın kök ve sürgün biyokütlesinde artış sağladığı rapor edilmiştir. IAA dışında, indol laktik asit (ILA), indol-3-bütirik asit (IBA), indol-3-pirüvik asit (IPA), 2,4-D ve TOL gibi fitohormonlar da PGPR tarafından sentezlenmekte ve bitki gelişiminde düzenleyici rol oynamaktadır (Ijaz ve ark., 2019; Swarnalakshmi ve ark., 2020; Shah ve ark., 2021). Rizobakteriler, IAA üretiminde triptofanı öncü madde olarak kullanarak üç ana biyosentez yolunu izlemektedir. Birinci yol, *Erwinia*, *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Rhizobium* cinslerinde görülen indol-3-pirüvik asit ve indol-3-asetik aldehit yoludur. İkinci yol, *Azospirillum* ve *Pseudomonas* türlerinde bulunan triptamin ve indol-3-asetik aldehit yoludur. Üçüncü olarak, *Agrobacterium*, *Erwinia* ve *Pseudomonas* suşlarında gözlenen indol-3-asetamit (IAM) yolu gelmektedir. Bu biyosentez yolları, rizosfer bakterilerinin bitki gelişimini destekleyici etkilerini artırmaktadır (Hakim ve ark., 2021).

### **2.2.2. Gibberellin**

Gibberellinler (GA'lar) ve absisik asit (ABA), bitki büyümesi ve gelişiminde zıt fakat tamamlayıcı işlevlere sahip kritik fitohormonlardır. GA'lar, embriyogenez, gövde uzaması, tohum çimlenmesi, çiçeklenme, yaprak genişlemesi ve meyve gelişimi gibi temel büyüme süreçlerini teşvik ederken (Uzal ve Yasar, 2017; Sun ve ark., 2024; Qin ve ark., 2024), ABA, stres yanıtlarını yönetir ve tohumun dormansi sürecini düzenler. Bu iki hormon arasındaki



antagonistik denge, bitkilerin çevresel değişimlere uyum yeteneğini geliştirmekte; GA'lar hücre büyümesini destekleyen genleri aktive ederken, ABA stres yanıtı proteinlerinin sentezini uyarmaktadır (Andreatta ve ark., 2024).

GA'ların bitkilerde  $\beta$ -D-glikoz konjugatları biçiminde doğal olarak serbest veya bağlı formda bulunduğu bilinmektedir (Hakim ve ark., 2021). Ayrıca bazı bakteriler tarafından da GA üretilebildiği rapor edilmiştir. İlk kez *Rhizobium meliloti*'de tanımlanan GA1, GA4, GA9 ve GA20 gibi gibberellinlerin *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi bakteriler tarafından sentezlendiği belirlenmiştir. Bakteriyel GA'ların işlevleri henüz tam olarak netleşmemiş olmakla birlikte, bu moleküllerin bitkilerde sinyal işlevi görebileceği ve bitki büyümesi ile verimliliğinde destekleyici bir rol üstlenme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Wang ve ark., 2024). Öte yandan, ABA, büyüme süreçlerini sınırlayıcı etkilere sahiptir ve özellikle kuraklık veya tuzluluk gibi çevresel stres koşullarında bitkilerin su dengesini koruyarak hayatta kalma mekanizmalarını düzenler (Yasar ve Uzal, 2019). Su kaybını azaltmak amacıyla stomaların kapanmasını sağlamakta ve çimlenme sürecini kontrol ederek tohumların uygun çevresel koşullar oluşana kadar dormanside kalmasını sağlamaktadır. GA ve ABA arasındaki bu hassas denge, bitkilerin çevresel değişimlere adaptasyonunu ve büyüme süreçlerinin dinamik bir biçimde düzenlenmesini olanaklı kılmaktadır (Moncada ve ark., 2020a; Andreatta ve ark., 2024).

### 2.2.3. Sitokinin

Sitokininler (CK'ler), bitki büyümesi ve gelişimini destekleyen önemli fitohormonlardır ve birçok fizyolojik sürecin düzenlenmesinde rol oynar. Tohum çimlenmesi, hücre bölünmesi, apikal baskınlık, çiçeklenme ve meyve gelişimi gibi süreçleri destekleyen CK'ler, oksin ve absisik asit gibi diğer hormonlarla etkileşim halinde olarak stres koşullarında bitkilerin dayanıklılığını ve uyum sağlama yeteneğini artırır (Chieb ve Gachomo, 2023; Andreatta ve ark., 2024). PGPR arasında *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Azospirillum* ve *Pseudomonas* gibi bakteriler de sitokinin üretimiyle kök gelişimine olumlu katkılar sağlamaktadır. Bu PGPR'ler, bitki büyümesini desteklemekle kalmayıp, patojenlere karşı biyolojik kontrol sağlayarak bitkilerin savunma mekanizmalarını güçlendirmektedir (Shah ve ark., 2021). Sitokinin biyosentezi, adenosin monofosfat (AMP) ve dimetilalil pirofosfat (DMAPP) moleküllerinin birleşimiyle başlayarak N6-izopentenil adenosin monofosfat oluşumuyla devam eder (Hafez ve ark., 2021; Hakim ve ark., 2021). Rizosferde sitokinin üreten bakteriler, topraktaki hormon seviyelerini artırarak kök yapısını geliştirir ve bitkilerin çevresel streslere karşı dayanıklılığını destekler. Güncel araştırmalar, sitokinin üreten PGPR'lerin kök yapısını güçlendirme, abiyotik streslere karşı toleransı artırma ve patojenlerle mücadele etme kabiliyetini ortaya koymaktadır (Moncada ve ark., 2020b; Riseh ve ark., 2023).

### 3. KABAKGİLLERDE PGPR KULLANIMI ÜZERİNE YAPILAN GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Marastoni ve ark. (2019), yararlı bakteri *Azospirillum brasilense*'in hıyar bitkilerinde demir alımını artırma mekanizmalarını incelemiştir. Araştırma, bu bakterinin demir ve bakır gibi mikro besinlerin alımını nasıl etkilediğini göstermiştir. Sonuçlar, *A. brasilense*'in kök gelişimini teşvik ettiğini, demir eksikliği durumunda demir alımını artırdığını ve bitkilerin bakır toksisitesine karşı direncini güçlendirdiğini ortaya koymuştur.

Hameed Madi ve Al-Shibani (2020), *A. chroococcum* ve *P. putide* biyogübrelerinin kompostla birlikte uygulanmasının *Cucurbita pepo L.* bitkisinde potasyum alımını artırdığını saptamıştır. Artan potasyum, bitki gelişimi ve besin alımı üzerinde olumlu etkiler göstermiştir.

Li ve ark. (2020), çok işlevli PGPR inokülanlarının (*Providencia rettgeri*, *Advenella incenata*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Serratia plymuthica*) *Avena sativa*, *Medicago sativa* ve *Cucumis sativus* fidelerinde bitki büyümesi ve besin alımını artırdığını göstermiştir. Bu inokülanlar, azot fiksasyonu, fosfat çözünmesi, IAA üretimi ve biyolojik kontrol özellikleri ile çevre dostu biyokontrol ve besin iyileştirici olarak değerlendirilmektedir.

Wang ve ark. (2020), *Plantibacter sp.* WZW03'ün karpuz bitkisi büyümesini teşvik etme ve üretim maliyetlerini azaltma potansiyelini incelemiştir. Saksı deneylerinde, bu bakterinin 96 saatte 89,41 mg/L IAA ürettiği ve %30,68 siderofor aktivitesi gösterdiği saptanmıştır.

Uygulama sonucunda bitki kök gelişimini destekleyerek kök ağırlığı, uzunluğu ve hacmini artırdığı bildirilmiştir.

Abdelrahman ve ark. (2021b), tuza toleranslı PGPR izolatlarının kabak bitkisi üzerindeki etkilerini incelemiştir. *Paenibacillus polymyxa*, *Ochrobactrum intermedium* ve *Enterobacter cloacae*, yüksek tuz koşullarında dayanıklılık göstererek IAA ve gibberellin üretimi, fosfat ve potasyum çözünürleştirme ile azot fiksasyonu yoluyla bitki büyümesini ve besin alımını desteklediği belirtilmiştir.

AL-Hadithi ve Al-Ravi (2021), kabak bitkisi üzerinde *Chroococcum* ve *Azospirillum brasilense*'in etkilerini incelemiştir. Tuzlu koşullarda yapılan bakteriyel aşılama, bitki boyu, yaprak sayısı ve kuru ağırlıkta artış sağlarken azot, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarını da yükselterek bitki besin dengesine katkı sağladığı belirtilmiştir.

Berg (2021), sitokin üreten PGPR türlerinin karpuz bitkilerinde sitokin üretimi ve büyüme üzerindeki etkilerini incelemiştir. *Serratia* N22b, *Stenotrophomonas* N31a ve *Acinetobacter* N18a su stresi ve normal koşullarda karpuz fidelerine uygulanmış, bu bakterilerin su stresine karşı fidelerde yaşlanmayı azaltma ve büyümeyi destekleme potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir.

Kartik ve ark. (2021), *Acinetobacter baumannii*, *Cronobacter dublinensis*, *Enterobacter cloacae*, *Arthrobacter* sp. ve *Cronobacter sakazakii* suşlarının *Cucumis sativus* bitkisi üzerinde IAA üretme potansiyelini araştırmıştır. Çalışmada, tuz toleranslı sekiz suşun IAA üretiminin 28,83–62,35 µg/ml aralığında değiştiği, en yüksek

değerlerin ise SBR-4 (62,35 µg/ml) ve SBR-3 (56,98 µg/ml) suşlarında gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Sahebani ve Gholamrezaee (2021), *Pseudomonas fluorescens* CHA0'ın kök ur nematodu (*Meloidogyne javanica*) üzerindeki biyokontrol potansiyelinin bitki türüne göre değişiklik gösterdiğini, özellikle hıyar ve domates bitkilerinde etkili olduğunu bulmuştur.

Scagliola ve ark. (2021), üç PGPR suşunun (*Enterobacter asburiae* BFD160, *Pseudomonas koreensis* TFD26 ve *Pseudomonas lini* BFS112) hıyar bitkileri üzerindeki biyokimyasal ve fizyolojik etkilerini incelemiştir. Araştırma, özellikle *Pseudomonas koreensis* TFD26'nın mineral besin birikimini (Fe, Ca, Mn, Zn gibi) artırmada olumlu etkiler sağladığını, ayrıca kimyasal gübre ile kombinasyonun, tam gübrelemeye benzer veya daha iyi sonuçlar sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, PGPR'nin hıyar bitkilerinde kimyasal gübre ihtiyacını azaltabilecek etkili bir biyogübre alternatifi olduğunu ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Yildirim ve ark. (2021) tarafından yürütülen çalışmada, yaz kabağı (*Cucurbita pepo* L.) bitkilerinde eksik sulama koşullarında su kıtlığına uyum sağlama ve bitkinin fizyolojik ile fotosentetik tepkilerini iyileştirme amacıyla *Bacillus megaterium* TV91C, *Bacillus megaterium* TV6D ve *Bacillus subtilis* RK1900 gibi PGPR türleri ile sentetik metilamin (MA) kombinasyonlarının etkileri incelenmiştir. %15, %30 ve %45 eksik sulama seviyelerinde yapılan deneylerde, PGPR + MA uygulamalarının fotosentetik özellikler, klorofil içeriği,

elektrolit sızıntısı ve yaprak su içeriği üzerinde olumlu etkiler sağladığı ve su verimliliğini artırdığı belirlenmiştir. Bu kombinasyonun, düşük sulama seviyelerinde dahi pazarlanabilir verimi tam sulama kadar yüksek tutarak, sulama suyu yönetiminde önemli düzeyde su tasarrufu sağladığı ifade edilmiştir.

Zhang ve ark. (2021) tarafından yürütülen çalışmada, fosfat çözüldürücü bakterilerin (PSB) kavun (*Cucumis melo*) bitkisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. *Burkholderia sp.* 'N3' suşu ile gerçekleştirilen aşılama, kavun bitkisinde fosfor alımını %17,48 oranında artırmış, bu da bitki boyu, kuru ağırlık ve yaprak alanında belirgin artışlar sağlamıştır. Çalışmada, PSB'nin fosfor çözünürlüğünü artırarak bitkilerin besin maddelerini daha etkin bir şekilde almasını sağladığı ve bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Zhao ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, 15 yılı aşkın süredir hıyar monokültürü yapılan plastik sera koşullarında *Bacillus megaterium*'un topraktaki potasyum biyoyararlanabilirliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dört farklı uygulamanın karşılaştırıldığı bu çalışmada, *Bacillus megaterium*'un topraktaki potasyum birikimini %17,8 ila %45,1 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Bu artış, *Bacillus megaterium*'un potasyum çözünürlüğünü ve bitkiler tarafından kullanılabilirliğini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu bakteri türünün toprak mikrobiyal çeşitliliğini zenginleştirerek yararlı bakterilerin çoğalmasını teşvik ettiği ve bu sayede potasyumun biyoyararlanabilirliğine katkı sağladığı belirtilmiştir.

Kumar ve ark. (2022) çalışmasında, PGPR ile atık çamurunun (SS) birlikte uygulanmasının, kabak (*Luffa acutangula*) bitkisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, PGPR ve SS'nin kombinasyonunun fide çıkışı, taze biyokütle, büyüme hızı, fide ve kök uzunluğu, klorofil miktarı ve ürün verimi gibi büyüme parametrelerinde belirgin artış sağladığı tespit edilmiştir.

Mali ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, potasyum çözünürlüğünü artıran bir bakteri konsorsiyumunun *Citrullus lanatus* (karpuz) yetiştiriciliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, *Enterobacter hormaechei* 1110BP ve *Klebsiella variicola* suşlarının karpuz bitkisi için etkili bir biyogübre olarak işlev gördüğü belirtilmiştir. Araştırma bulgularına göre, ilgili bakteri konsorsiyumu tohumların daha erken çimlenmesini sağlamış, çimlenme oranını %68 oranında artırmış ve kök ile sürgün uzunluğunda kayda değer bir gelişim sağladığı ifade edilmiştir.

Warisman ve Widaryanto'nun 2022 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, *Cucurbita pepo L.* bitkisinin büyüme performansı üzerine PGPR ve farklı dozlarda azot gübresinin etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan PGPR türleri *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Burkholderia* ve *Arthrobacter*'dir. PGPR'nin atmosferden azot sabitleyerek bitki tarafından kullanılabilir hale getirdiği ve bu süreç sonucunda bitki boyu, yaprak alanı ve bitki ağırlığında önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir. Araştırma, PGPR'nin hem simbiyotik hem de

non-simbioyotik azot fiksasyonu ile bitki büyümesini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Zhang ve ark. (2022) çalışmasında, fosfat çözündürücü bakterilerin (PSB) aşılmasının, aşılı karpuz bitkilerinde fosfor alımını ve bitki büyümesini teşvik ettiği gösterilmiştir. Çalışmada, kadmiyum (Cd) stresi altında PSB uygulamasının bitki kök ve gövdesindeki Cd birikimini azaltarak fosfor alımını artırdığı tespit edilmiştir. Artan fosfor alımının, bitkilerin toplam kuru ağırlığında belirgin bir artışa neden olduğu bildirilmiştir.

Al-Mutar ve ark. (2023) çalışmasında, antagonistik *Bacillus* suşlarının, karpuz bitkisinde yalnızca *Fusarium* solgunluğunu baskılamakla kalmayıp aynı zamanda bitki büyümesini desteklediği gösterilmiştir. Sera koşullarında yapılan deneylerde, özellikle *Bacillus amyloliquefaciens* DHA55 suşunun diğer suşlara kıyasla en yüksek büyüme teşvik edici etkiyi sağladığı belirtilmiştir. Bu etkiler, DHA55 suşunun exo-enzimler (katalaz, proteaz, selülaz), siderofor ve indol-3-asetik asit üretme yeteneğine bağlanmıştır.

Devi ve ark. (2023) çalışması, *Streptomyces* sp. SP5'in, kavun meyve sineği olarak bilinen *Zeugodacus cucurbitae*'nin büyüme ve gelişimi üzerinde olumsuz bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu araştırma, söz konusu bakterinin böcek öldürücü potansiyelini ve biyogüvenlik açısından değerlendirilmesini ele almıştır.

Pereyra ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, *Azospirillum baldaniorum* Sp 245 suşunun hıyar bitkisinde kök



gelişimini teşvik ederek bitkinin genel büyüme performansını arttırdığı ortaya konulmuştur.

Pérez-García ve ark. (2023) çalışmasında, KBEndo4P6, KBEndo3P1, KBEndo6P7 ve KBEkto9P6 suşlarının kullanıldığı biyopriming uygulamalarının hıyar tohumlarının çimlenme oranı ve kökçük uzunluklarını artırarak tohum gelişimini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir. Çalışmada, özellikle *Acinetobacter radioresistens* KBEndo3P1 suşunun, kontrol grubuna kıyasla çimlenme yüzdesini en yüksek oranda artırdığı, ayrıca çimlenme indeksi, canlılık yüzdesi ve ikincil kök sayısında belirgin bir artış sağladığı belirtilmiştir. KBEndo3P1'in ürettiği indol-3-asetik asit (IAA) hormonunun embriyonik gelişim aşamasında hücre bölünmesini teşvik ederek çimlenmeyi artırdığı gözlenmiştir. Ayrıca, KBEndo3P1'in oksinler, sitokininler ve gibberellin üreterek tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini teşvik ettiği tespit edilmiştir.

Yavuz ve ark. (2023) çalışmasında, su stresi altındaki karpuz bitkilerinde PGPR etkileri araştırılmıştır. Farklı derecelerde su stresine (%30 ve %60) maruz kalan bitkilerde, PGPR uygulaması ile su kullanım verimliliği artmış ve antioksidan savunma sistemleri desteklenmiştir. Özellikle B31, B32 ve B35 izolatları büyümeyi teşvik ederken, B13 ve B15 izolatları bitkilerin savunma mekanizmalarını güçlendirerek su stresinin olumsuz etkilerini hafiflettiğini bildirmişlerdir.

Chen ve ark. (2024b) tarafından yapılan çalışmada, *Bacillus velezensis* KHH13 suşunun hıyar bitkilerinde *Fusarium* solgunluğu hastalığını

kontrol etme yeteneği ve biyokontrol potansiyeli incelenmiştir. Çalışmada, KHH13 suşunun hastalık indeksini %74,33'ten %41,67'ye düşürerek *Fusarium* solgunluğunun şiddetini önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir. Ayrıca, yüksek fosfor çözündürme ve indol-3-asetik asit (IAA) üretme özellikleri sayesinde bitki büyümesini desteklediği belirtilmiştir.

Doğan (2024) çalışmasında, PGPR uygulamaları sonrası *Cucurbita pepo* L. bitkilerinde gözlemlenen azot artışı, bu bakterilerin doğrudan azot fiksasyonu sağladığını veya bitkilerin azot alımını ve kullanımını iyileştiren mekanizmalarla etkin olduğunu göstermektedir. Çalışmada, özellikle *Arthrobacter* ve *Bacillus* kombinasyonunun kontrol grubuna kıyasla %27 oranında bir azot artışı sağlaması, bu bakterilerin azot fiksasyon kapasitesi veya bitkilerin azot metabolizması üzerindeki olumlu etkilerinin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

Doğan ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisinin hidroponik ortamda tuz stresine dayanıklılığını artırmak amacıyla yararlı bakteriler (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özünün etkileri incelenmiştir. Özellikle *Arthrobacter* ve *Bacillus subtilis* içeren uygulamalar ile deniz yosunu özünün, tuz stresinin olumsuz etkilerini hafifleterek bitki gelişimini desteklediği ifade edilmiştir.

Li ve ark. (2024a) çalışmasında, kavun (*Cucumis melo* L.) rizosferinden izole edilen *Bacillus velezensis* R1-3 suşu ile dört farklı *Pseudomonas* suşu (HY-S7, HY-S25, HY-S36, HY-S70) kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan bu mikrobiyal topluluğun, fosfor çözündürme ve indol-3-

asetik asit (IAA) üretimi yoluyla kavun fidelerinin büyümesini desteklediği gösterilmiştir. Özellikle, R1-3 ve HY-S70 suşlarının kombinasyonunun bitki boyu, yaprak uzunluğu ve taze ağırlıkta en yüksek artışı sağladığı rapor edilmiştir.

Li ve ark. (2024b) çalışmasında, düşük kalsiyum stresinin hıyar bitkilerinin büyümesini belirgin şekilde engellediği, ancak *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 uygulamasının bu olumsuz etkileri azalttığı tespit edilmiştir. Çalışmada, *B. amyloliquefaciens* QST713'in, kök çevresindeki fizikokimyasal ortamı iyileştirerek hıyar bitkilerinde besin emilimi ve kullanımını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Navarro-Morillo ve ark. (2024) çalışmasında, F4.3S adlı yeni bir biyostimülanın kabak bitkilerinde su ve soğuk strese karşı tolerans artırıcı etkileri incelenmiştir. Allantoin, askorbat, salisilik asit gibi amino asitler ve selenyum gibi elementler içeren F4.3S uygulamasının, stres koşullarında bitkilerin biyokütlesini, fotosentetik etkinliğini ve stres yanıtlarını iyileştirdiği rapor edilmiştir. Araştırmaya göre, F4.3S'in fotosentez oranını koruyarak stomatal kapanmayı önlediği ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini azaltarak stres toleransını artırdığı belirlenmiştir.

Savvas ve ark. (2024) tarafından yürütülen çalışmada, *Bacillus sp.* suşlarını içeren yeni bir PGPR biyostimülünün *Cucurbita pepo* L. (kabak) bitkisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma bulguları, *Bacillus sp.* karışımının bitkilerde fosfor alımını artırarak bitki büyümesi ve veriminde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. PGPR biyostimülünün hem sera hem de açık tarla koşullarında kabak

bitkisinin vegetatif gelişimi ve verimini anlamlı düzeyde artırdığı belirlenmiştir.

Temel ve Dönmez'in 2024 yılında yaptığı çalışmada, kullanılan PGPR kavun bitkisindeki potasyum alımı ve bitki gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, *Pseudomonas*, *Serratia*, ve *Bacillus* türlerine ait bakteriyel suşların, bitkinin potasyum çözünürlüğünü artırdığı ve bu sayede bitki büyümesini önemli ölçüde desteklediği tespit edilmiştir.

Zapata-Sifuentes ve ark. (2024) çalışmasında, PGPR uygulamasının düşük nem koşullarında hıyar bitkilerinin büyüme ve üretim yanıtlarını iyileştirdiği belirlenmiştir. Özellikle *S. meliloti* ve *A. radioresistens* uygulamaları bitki büyümesini desteklemiş, azot ve fosfor asimilasyonunu artırarak oksidatif stresi azaltmıştır. PGPR ile aşıl原因an bitkilerde fitokimyasal bileşiklerin yükseldiği ve biyokütle ile taze ağırlığın kontrol grubuna göre anlamlı şekilde arttığı gözlenmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

PGPR'lerin kimyasal gübre ve pestisitlere sürdürülebilir bir alternatif olarak kullanımı, tarımsal üretimde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak önemli bir adım sunmaktadır. Doğru PGPR türlerinin seçimi ve bu türlerin toprak yapısı ile iklim koşullarına uyumlu hale getirilmesi, çevresel etkinin azaltılmasına ve tarımsal verimliliğin sürdürülebilir bir biçimde artırılmasına katkı sağlayabilir. Bu bağlamda, çiftçilerin PGPR uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmaları ve uygulamalarını geliştirmeleri büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bilim insanlarının PGPR'lerin saha koşullarındaki etkinliğini araştırmaya yönelik çalışmalarını artırmaları, bu biyolojik araçların

tarımsal üretime entegrasyonunu destekleyecektir. Gelecekte biyoteknolojik ve genetik araştırmalar yoluyla yüksek sıcaklık, kuraklık ve tuzluluk gibi zorlu koşullara dayanıklı PGPR suşlarının geliştirilmesi, kimyasal bağımlılığı azaltarak hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir bir tarımsal modelin benimsenmesini sağlayabilir. Özellikle kabakgil yetiştiriciliğinde PGPR uygulamalarının teşvik edilmesi, sürdürülebilir gıda üretimi hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Abdel Rahman, S., Yusef, H., & Dhaini, H. (2021a). Phosphate solubilization potential of rhizosphere soil bacteria and their possible use as biofertilizers. *Egyptian Journal of Botany*, 61(2), 655-668.
- Abdelrahman, H. M., Zaghoul, R. A., Hassan, E. A., El-Zehery, H. R. A., & Salem, A. A. (2021b). New strains of plant growth-promoting rhizobacteria in combinations with humic acid to enhance squash growth under saline stress. *Egyptian Journal of Soil Science*, 61(1), 129-146.
- Abou Jaoudé, R., Luziatelli, F., Ficca, A. G., & Ruzzi, M. (2024). A plant's perception of growth-promoting bacteria and their metabolites. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1332864.
- Alberton, D., Valdameri, G., Moure, V. R., Monteiro, R. A., Pedrosa, F. D. O., Müller-Santos, M., & de Souza, E. M. (2020). What did we learn from plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)-grass associations studies through proteomic and metabolomic approaches?. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 607343.
- AL-Hadithi, R. A., & Al-Rawi, A. A. (2021). The use of *Azotobacter* and *Azospirillum* as a catalyst for coexistence of zucchini squash with salinity. *Sciences*, 19(1), 69-83.
- Al-Mutar, D. M. K., Alzawar, N. S. A., Noman, M., Azizullah, Li, D., & Song, F. (2023). Suppression of fusarium wilt in watermelon by *Bacillus amyloliquefaciens* DHA55 through extracellular production of antifungal Lipopeptides. *Journal of Fungi*, 9(3), 336.
- Aloo, B. N., Tripathi, V., Makumba, B. A., & Mbega, E. R. (2022). Plant growth-promoting rhizobacterial biofertilizers for crop production: The past, present, and future. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1002448.
- Altuntaş, Ö., & Kutsal, İ. K. (2022). Bitki Büyümesini Arttırıcı Bazı Rhizobakteri Türlerinin Sulu ve Susuz Yetiştirilen Kavunlarda Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10, 2765-2771.

- Al-Turki, A., Murali, M., Omar, A. F., Rehan, M., & Sayyed, R. Z. (2023). Recent advances in PGPR-mediated resilience toward interactive effects of drought and salt stress in plants. *Frontiers in Microbiology*, *14*, 1214845.
- Alzate Zuluaga, M. Y., Fattorini, R., Cesco, S., & Pii, Y. (2024). Plant-microbe interactions in the rhizosphere for smarter and more sustainable crop fertilization: the case of PGPR-based biofertilizers. *Frontiers in Microbiology*, *15*, 1440978
- Andreata, M. F., Afonso, L., Niekawa, E. T., Salomão, J. M., Basso, K. R., Silva, M. C. D., ... & Andrade, G. (2024). Microbial Fertilizers: A Study on the Current Scenario of Brazilian Inoculants and Future Perspectives. *Plants*, *13*(16), 2246.
- Aoudi, Y., Agake, S. I., Habibi, S., Stacey, G., Yasuda, M., & Ohkama-Ohtsu, N. (2024). Effect of Bacterial Extracellular Polymeric Substances from *Enterobacter* spp. on Rice Growth under Abiotic Stress and Transcriptomic Analysis. *Microorganisms*, *12*(6), 1212.
- Asfha, Z. A., Kocharovskaya, Y., Suzina, N. E., Abashina, T. N., Polivtseva, V. N., Delegan, Y., & Solyanikova, I. P. (2023, November). Identification and Characterization of Potential Chalky Soil Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPR) Isolated from the Rhizosphere of *Chamaecytisus ruthenicus* (Russian Broom). In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 31, No. 1, p. 8). MDPI.
- Barros-Rodríguez, A., Pacheco, P., Peñas-Corte, M., Fernández-González, A. J., Cobo-Díaz, J. F., Enrique-Cruz, Y., & Manzanera, M. (2024). Comparative Study of *Bacillus*-Based Plant Biofertilizers: A Proposed Index. *Biology*, *13*(9), 668.
- Berg, S. K. (2021). Evaluating the efficacy of plant growth promoting rhizobacteria in Australian agriculture.
- Bhadrecha, P., Singh, S., & Dwibedi, V. (2023). 'A plant's major strength in rhizosphere': the plant growth promoting rhizobacteria. *Archives of Microbiology*, *205*(5), 165.

- Bouchet, A. S., Laperche, A., Bissuel-Belaygue, C., Snowdon, R., Nesi, N., & Stahl, A. (2016). Nitrogen use efficiency in rapeseed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 1-20
- Carezzano, M. E., Alvarez Strazzi, F. B., Pérez, V., Bogino, P., & Giordano, W. (2023). Exopolysaccharides synthesized by Rhizospheric Bacteria: a review focused on their roles in protecting plants against stress. *Applied Microbiology*, 3(4), 1249-1261.
- Chauhan, P., Sharma, N., Tapwal, A., Kumar, A., Verma, G. S., Meena, M., ... & Swapnil, P. (2023). Soil microbiome: diversity, benefits and interactions with plants. *Sustainability*, 15(19), 14643.
- Chen, C., Yu, W., Xu, X., Wang, Y., Wang, B., Xu, S., ... & Wang, Y. (2024a). Research Advancements in Salt Tolerance of *Cucurbitaceae*: From Salt Response to Molecular Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16), 9051.
- Chen, T. Y., Tzean, Y., Chang, T. D., Wang, X. R., Yang, C. M., & Lin, Y. H. (2024b). Characterization of Biofertilization and Biocontrol Potential of *Bacillus velezensis* KHH13 from Organic Soils. *Agronomy*, 14(6), 1135.
- Chieb, M., & Gachomo, E. W. (2023). The role of plant growth promoting rhizobacteria in plant drought stress responses. *BMC plant biology*, 23(1), 407.
- Çiğ, F., Sönmez, F., Nadeem, M. A., & Sabagh, A. E. (2021). Effect of biochar and PGPR on the growth and nutrients content of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) and post-harvest soil properties. *Agronomy*, 11(12), 2418.
- Dasgan, H. Y., Aksu, K. S., Zikaria, K., & Gruda, N. S. (2024). Biostimulants Enhance the Nutritional Quality of Soilless Greenhouse Tomatoes. *Plants*, 13(18), 2587.
- Devi, S., Verma, J., Sohal, S. K., & Manhas, R. K. (2023). Insecticidal potential of endophytic *Streptomyces* sp. against *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett)(Diptera: Tephritidae) and biosafety evaluation. *Toxicon*, 233, 107246.
- Doğan, Y. L., Altuntaş, Ö., Yaşar, F., Üzal, Ö., & Önder, S. (2024). Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Tuz Stresi Altındaki Kabak Bitkilerine PGPR ve Deniz



- Yosunu Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1), 77-86.
- Doğan, Y. L. (2024). *Bazı yararlı bakteri ve deniz yosunu kullanımının tuz stresi koşullarında kabak bitkilerine etkisi* (Doktora tezi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı)
- Dunn, M. F., & Becerra-Rivera, V. A. (2023). The Biosynthesis and functions of polyamines in the interaction of plant growth-promoting rhizobacteria with plants. *Plants*, 12(14), 2671.
- Ehinmitan, E., Losenge, T., Mamati, E., Ngumi, V., Juma, P., & Siamalube, B. (2024). BioSolutions for Green Agriculture: Unveiling the Diverse Roles of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *International Journal of Microbiology*, 2024(1), 6181491.
- Ehinmitan, E., Losenge, T., Mamati, E., Ngumi, V., Juma, P., & Siamalube, B. (2024). BioSolutions for Green Agriculture: Unveiling the Diverse Roles of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *International Journal of Microbiology*, 2024(1), 6181491.
- Erman, M., Kotan, R., Cakmakci, R., Çiğ, F., Karagöz, K., Sönmez, F., & EL SABAGH, A. Y. M. A. N. (2024). Diversity and metabolic potential of culturable n<sub>2</sub>-fixing and p-solubilising bacteria from rhizosphere of wild crops in van lake basin-TURKEY. *Pak. J. Bot*, 56(2), 719-730.
- Feng, J., Wang, N., Li, Y., Wang, H., Zhang, W., Wang, H., & Chai, S. (2023). Recent progress in genetic transformation and gene editing technology in cucurbit crops. *Agronomy*, 13(3), 755.
- Grover, M., Bodhankar, S., Sharma, A., Sharma, P., Singh, J., & Nain, L. (2021). PGPR mediated alterations in root traits: way toward sustainable crop production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 618230.
- Habibi, S., Yokoyama, T., Haidari, M. D., Torii, A., Yasuda, M., & Ohkama-Ohtsu, N. (2023). Analyzing single and combined cultures of plant growth-promoting rhizobacteria isolates from afghanistan as a potential biofertilizer for rice growth and development. *Agriculture*, 13(12), 2252.

- Hafez, E. M., Osman, H. S., El-Razek, U. A. A., Elbagory, M., Omara, A. E. D., Eid, M. A., & Gowayed, S. M. (2021). Foliar-applied potassium silicate coupled with plant growth-promoting rhizobacteria improves growth, physiology, nutrient uptake and productivity of faba bean (*Vicia faba* L.) irrigated with saline water in salt-affected soil. *Plants*, *10*(5), 894.
- Hakim, S., Naqqash, T., Nawaz, M. S., Laraib, I., Siddique, M. J., Zia, R., ... & Imran, A. (2021). Rhizosphere engineering with plant growth-promoting microorganisms for agriculture and ecological sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*, 617157.
- Hameed Madi, A., & A Kamal Al-Shibani, J. (2020). Effect of bio and organic fertilizers on pumpkin's (*Cucurbita pepo* L.) leave content of N, P, and K. *Al-Qadisiyah Journal For Agriculture Sciences*, *10*(1), 241-245.
- Han, L., Hu, L., Lv, Y., Li, Y., Ma, Z., Li, B., ... & Zhao, X. (2024). Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 on Mineral Nutrient Utilization of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) under Drought Stress. *Agronomy*, *14*(8), 1793.
- Hasan, A., Tabassum, B., Hashim, M., & Khan, N. (2024). Role of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as a plant growth enhancer for sustainable agriculture: A review. *Bacteria*, *3*(2), 59-75.
- Haskett, T. L., Tkacz, A., & Poole, P. S. (2021). Engineering rhizobacteria for sustainable agriculture. *The ISME Journal*, *15*(4), 949-964.
- Ibáñez, A., Garrido-Chamorro, S., Vasco-Cárdenas, M. F., & Barreiro, C. (2023). From lab to field: Biofertilizers in the 21st century. *Horticulturae*, *9*(12), 1306.
- Ijaz, F., Riaz, U., Iqbal, S., Zaman, Q. U., Ijaz, M. F., Javed, H., ... & Ahmad, I. (2019). Potential of rhizobium and PGPR to enhance growth and fodder yield of berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) in the presence and absence of tryptamine. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, *32*(2), 398-406.
- Jalal, A., da Silva Oliveira, C. E., Galindo, F. S., Rosa, P. A. L., Gato, I. M. B., de Lima, B. H., & Teixeira Filho, M. C. M. (2023). Regulatory mechanisms of plant growth-promoting rhizobacteria and plant nutrition against abiotic stresses in Brassicaceae family. *Life*, *13*(1), 211.

- Kanani, S. H., & Pandya, D. J. (2022). Cucurbitacins: nature's wonder molecules. *Current Traditional Medicine*, 8(3), 26-34.
- Kartik, V. P., Jinal, H. N., & Amaresan, N. (2021). Inoculation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings with salt-tolerant plant growth promoting bacteria improves nutrient uptake, plant attributes and physiological profiles. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(4), 1728-1740.
- Kaushal, P., Ali, N., Saini, S., Pati, P. K., & Pati, A. M. (2023). Physiological and molecular insight of microbial biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1041413.
- Khatoon, Z., Huang, S., Rafique, M., Fakhar, A., Kamran, M. A., & Santoyo, G. (2020). Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria on soil health and the sustainability of agricultural systems. *Journal of Environmental Management*, 273, 111118.
- Khoshru, B., Nosratabad, A. F., Mitra, D., Chaithra, M., Danesh, Y. R., Boyno, G., ... & Sinha, S. (2023). Rock phosphate solubilizing potential of soil microorganisms: advances in sustainable crop production. *Bacteria*, 2(2), 98-115.
- Kotan, R. (2024). Bitkisel üretimde yeni eğilim Biyostimülantlar. *Harman Time*, 11(131).
- Kumar, V., Eid, E. M., Al-Bakre, D. A., Abdallah, S. M., Širić, I., Andabaka, Ž., ... & Choi, K. S. (2022). Combined use of sewage sludge and plant growth-promoting rhizobia improves germination, biochemical response and yield of ridge gourd (*Luffa acutangula* (L.) Roxb.) under field conditions. *Agriculture*, 12(2), 173.
- Li, Q., Li, Q., Yin, X., Jia, Y., Yang, K., Song, J., ... & Yang, W. (2024a). Construction of *Bacillus-Pseudomonas* Synthetic Communities and Development of Bio-Nursery Substrates. *Agronomy*, 14(9), 2179.
- Li, B., Zhang, L., Wei, L., Yang, Y., Wang, Z., Qiao, B., & Han, L. (2024b). Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 on Inter-Root Substrate Environment of *Cucumber* under Low-Calcium Stress. *Agronomy*, 14(3), 542.

- Li, H., Qiu, Y., Yao, T., Ma, Y., Zhang, H., & Yang, X. (2020). Effects of PGPR microbial inoculants on the growth and soil properties of *Avena sativa*, *Medicago sativa*, and *Cucumis sativus* seedlings. *Soil and Tillage Research*, 199, 104577.
- Liu, Y., Chen, L., Zhang, N., Li, Z., Zhang, G., Xu, Y., ... & Zhang, R. (2016). Plant-microbe communication enhances auxin biosynthesis by a root-associated bacterium, *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 29(4), 324-330.
- Mali, S. D., Thanekar, R. J., & Attar, Y. C. (2022). Effect of potassium solubilizing bacterial consortium on the watermelon (*Citrullus lanatus*) cultivation.
- Marastoni, L., Pii, Y., Maver, M., Valentinuzzi, F., Cesco, S., & Mimmo, T. (2019). Role of *Azospirillum brasilense* in triggering different Fe chelate reductase enzymes in cucumber plants subjected to both nutrient deficiency and toxicity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 136, 118-126.
- Massa, F., Defez, R., & Bianco, C. (2022). Exploitation of plant growth promoting bacteria for sustainable agriculture: hierarchical approach to link laboratory and field experiments. *Microorganisms*, 10(5), 865.
- Mitra, D., Pellegrini, M., & Guerra-Sierra, B. E. (2024). Interaction between Plants and Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) for Sustainable Development. *Bacteria*, 3(3), 136-140.
- Moncada, A., Vetrano, F., & Miceli, A. (2020b). Alleviation of salt stress by plant growth-promoting bacteria in hydroponic leaf lettuce. *Agronomy*, 10(10), 1523.
- Moncada, A., Vetrano, F., Esposito, A., & Miceli, A. (2020a). Fertigation management and growth-promoting treatments affect tomato transplant production and plant growth after transplant. *Agronomy*, 10(10), 1504.
- Muentz, A. (1890). Sur la decomposition des roches et la formation de la terre arable. *CR Acad Sci*, 110, 1370-1372.
- Navarro-Morillo, I., Navarro-León, E., Atero-Calvo, S., Rios, J. J., Ruiz, J. M., & Blasco, B. (2024). Biostimulant-induced mitigation of cold and drought stresses in zucchini plants. *Scientia Horticulturae*, 331, 113114.

- Nie, W., Wang, Y., Tian, X., Liu, J., Jin, Z., Xu, J., ... & Luan, T. (2024). Cucurbitacin B and Its Derivatives: A Review of Progress in Biological Activities. *Molecules*, 29(17), 4193.
- Pawełkiewicz, M., Zieniuk, B., Staszek, P., & Przybysz, A. (2024). From Sequencing to Genome Editing in Cucurbitaceae: Application of Modern Genomic Techniques to Enhance Plant Traits. *Agriculture*, 14(1), 90.
- Pereyra, C. M., Dal Lago, C. C., Creus, C. M., & Pereyra, M. A. (2023). *Azospirillum baldaniorum* Sp 245 inoculation affects cell wall and polyamines metabolisms in cucumber seedling roots. *FEMS Microbiology Letters*, 370, fnad005.
- Pérez-García, L. A., Sáenz-Mata, J., Fortis-Hernández, M., Navarro-Muñoz, C. E., Palacio-Rodríguez, R., & Preciado-Rangel, P. (2023). Plant-growth-promoting rhizobacteria improve germination and bioactive compounds in cucumber seedlings. *Agronomy*, 13(2), 315.
- Qin, H., Wang, Z., Sha, W., Song, S., Qin, F., & Zhang, W. (2024). Role of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria in Plant Machinery for Soil Heavy Metal Detoxification. *Microorganisms*, 12(4), 700.
- Rehan, M., Al-Turki, A., Abdelmageed, A. H., Abdelhameid, N. M., & Omar, A. F. (2023). Performance of plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) isolated from sandy soil on growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Plants*, 12(8), 1588.
- Riseh, R. S., Vazvani, M. G., Hajabdollahi, N., & Thakur, V. K. (2023). Bioremediation of heavy metals by Rhizobacteria. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 195(8), 4689-4711.
- Rizzo, G. F., Al Achkar, N., Treccarichi, S., Malgioglio, G., Infurna, M. G., Nigro, S., ... & Branca, F. (2023). Use of bioinoculants affects variation in snap bean yield grown under deficit irrigation. *Agriculture*, 13(4), 865.
- Rocha, R., Lopes, T., Fidalgo, C., Alves, A., Cardoso, P., & Figueira, E. (2022). Bacteria associated with the roots of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at different development stages: Diversity and plant growth promotion. *Microorganisms*, 11(1), 57.

- Romo-Tovar, J., Belmares Cerda, R., Chávez-González, M. L., Rodríguez-Jasso, R. M., Lozano-Sepulveda, S. A., Govea-Salas, M., & Loredó-Treviño, A. (2024). Importance of Certain Varieties of Cucurbits in Enhancing Health: A Review. *Foods*, *13*(8), 1142.
- Ryu, C. M., Nelson, L. M., & de-Bashan, L. (2024). Highlights from the 12th plant growth-promoting rhizobacteria workshop. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1470576.
- Sarker, A., Ansary, M. W. R., Hossain, M. N., & Islam, T. (2021). Prospect and challenges for sustainable management of climate change-associated stresses to soil and plant health by beneficial rhizobacteria. *Stresses*, *1*(4), 200-222.
- Sahebani, N., & Gholamrezaee, N. (2021). The biocontrol potential of *Pseudomonas fluorescens* CHA0 against root knot nematode (*Meloidogyne javanica*) is dependent on the plant species. *Biological Control*, *152*, 104445.
- Savastano, N., & Bais, H. (2024). Synergism or Antagonism: Do Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Work Together to Benefit Plants?. *International Journal of Plant Biology*, *15*(4), 944-958.
- Savvas, D., Magkana, P., Yfantopoulos, D., Kalozoumis, P., & Ntatsi, G. (2024). Growth and Nutritional Responses of Zucchini Squash to a Novel Consortium of Six *Bacillus* sp. Strains Used as a Biostimulant. *Agronomy*, *14*(2), 362.
- Scagliola, M., Valentinuzzi, F., Mimmo, T., Cesco, S., Crecchio, C., & Pii, Y. (2021). Bioinoculants as promising complement of chemical fertilizers for a more sustainable agricultural practice. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *4*, 622169.
- Shah, A., Nazari, M., Antar, M., Msimbira, L. A., Naamala, J., Lyu, D., ... & Smith, D. L. (2021). PGPR in agriculture: A sustainable approach to increasing climate change resilience. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*, 667546.
- Shahwar, D., Mushtaq, Z., Mushtaq, H., Alqarawi, A. A., Park, Y., Alshahrani, T. S., & Faizan, S. (2023). Role of microbial inoculants as bio fertilizers for improving crop productivity: A review. *Heliyon*, *9*(6).
- Su, F., Zhao, B., Dhondt-Cordelier, S., & Vaillant-Gaveau, N. (2024). Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria Modulate Carbohydrate Metabolism in Connection

- with Host Plant Defense Mechanism. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3), 1465.
- Sun, W., Shahrajabian, M. H., & Soleymani, A. (2024). The Roles of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR)-Based Biostimulants for Agricultural Production Systems. *Plants*, 13(5), 613.
- Swarnalakshmi, K., Yadav, V., Tyagi, D., Dhar, D. W., Kannepalli, A., & Kumar, S. (2020). Significance of plant growth promoting rhizobacteria in grain legumes: Growth promotion and crop production. *Plants*, 9(11), 1596.
- Ullah, A., Bano, A., & Khan, N. (2021). Climate change and salinity effects on crops and chemical communication between plants and plant growth-promoting microorganisms under stress. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 618092.
- Upadhyay, S. K., Srivastava, A. K., Rajput, V. D., Chauhan, P. K., Bhojiya, A. A., Jain, D., ... & Minkina, T. (2022). Root exudates: mechanistic insight of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable crop production. *Frontiers in microbiology*, 13, 916488.
- Uzal, O., & Yasar, F. (2017). Effects Of Ga 3 Hormone Treatments On Ion Uptake And Growth Of Pepper Plants Under Cadmium Stress. *Applied Ecology & Environmental Research*, 15(4).
- Vincze, É. B., Becze, A., Laslo, É., & Mara, G. (2024). Beneficial Soil Microbiomes and Their Potential Role in Plant Growth and Soil Fertility. *Agriculture*, 14(1), 152.
- Wang, T., Xu, J., Chen, J., Liu, P., Hou, X., Yang, L., & Zhang, L. (2024). Progress in Microbial Fertilizer Regulation of Crop Growth and Soil Remediation Research. *Plants*, 13(3), 346.
- Wang, Z., Piao, Y., Zhang, F., Hu, Y., Zeng, J., & Nan, J. (2020). Promoting effects on watermelon and fermentation optimization of *Plantibacter* sp. WZW03. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39, 970-980.
- Warisman, G., & Widaryanto, E. (2022). Effect of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) and nitrogen fertilizer on growth of zucchini (*Cucurbita pepo* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 10(7), 370-378.

- Wójcik, M., Koper, P., Żebracki, K., Marczak, M., & Mazur, A. (2023). Genomic and Metabolic Characterization of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Isolated from Nodules of Clovers Grown in Non-Farmed Soil. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(23), 16679.
- Yaghoubi Khanghahi, M., Strafella, S., Filannino, P., Minervini, F., & Crecchio, C. (2024). Importance of Lactic Acid Bacteria as an Emerging Group of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Sustainable Agroecosystems. *Applied Sciences*, 14(5), 1798.
- Yasar, F., & Uzal, O. (2019). Effect of nitric oxide (NO) application on the development of pepper plant under drought stress.
- Yasar, F., & Uzal, O. (2021). Effect of applications of different potassium (K<sup>+</sup>) doses on antioxidant enzyme activities in pepper plants under salt stress. *Journal of Elementology*, 26(4).
- Yavuz, D., Baştaş, K. K., Seymen, M., Yavuz, N., Kurtar, E. S., Süheri, S., ... & Kıymacı, G. (2023). Role of ACC deaminase-producing rhizobacteria in alleviation of water stress in watermelon. *Scientia Horticulturae*, 321, 112288.
- Yildirim, E., Ekinci, M., Sahin, U., Ors, S., Turan, M., Demir, I., ... & Kotan, R. (2021). Improved water productivity in summer squash under water deficit with PGPR and synthetic methyl amine applications. *Rhizosphere*, 20, 100446.
- Zapata-Sifuentes, G., Fortis-Hernández, M., Sáenz-Mata, J., Silva-Martínez, C., Lara-Capistran, L., Preciado-Rangel, P., & Hernández-Montiel, L. G. (2024). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on the Development and Biochemical Composition of Cucumber under Different Substrate Moisture Levels. *Microbiology Research*, 15(3), 1505-1515.
- Zhang, J., Wang, P., Xiao, Q., & Chen, J. (2021). Effect of phosphate-solubilizing bacteria on the gene expression and inhibition of bacterial fruit blotch in melon. *Scientia Horticulturae*, 282, 110018.
- Zhang, J., Wang, P., Tao, Z., Tian, H., & Guo, T. (2022). Phosphate-solubilizing bacteria abate cadmium absorption and restore the rhizospheric bacterial community composition of grafted watermelon plants. *Journal of Hazardous Materials*, 438, 129563.



- Zhao, Y., Mao, X., Zhang, M., Yang, W., Di, H. J., Ma, L., ... & Li, B. (2021). The application of *Bacillus Megaterium* alters soil microbial community composition, bioavailability of soil phosphorus and potassium, and cucumber growth in the plastic shed system of North China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 307, 107236.
- Zheng, Y., Wu, S., Bai, Y., Sun, H., Jiao, C., Guo, S., ... & Fei, Z. (2019). Cucurbit Genomics Database (CuGenDB): a central portal for comparative and functional genomics of cucurbit crops. *Nucleic acids research*, 47(D1), D1128-D1136.

## BÖLÜM 10

### SU STRESİ KOŞULLARINDA KAVUN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE PGPR UYGULAMALARININ BÜYÜME VE VERİM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Prof. Dr. Özlem ALTUNTAŞ<sup>1\*</sup>  
Arş. Gör. Dr. İbrahim Kutalmış KUTSAL<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544286>

---

<sup>1</sup> Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Malatya, Türkiye. [ozlem.altuntas@ozal.edu.tr](mailto:ozlem.altuntas@ozal.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-6508-7368

<sup>2</sup> Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Malatya, Türkiye. [kutalmis.kutsal@ozal.edu.tr](mailto:kutalmis.kutsal@ozal.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-9512-4289

\*Sorumlu yazar

Bu çalışma, İbrahim Kutalmış KUTSAL'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.



## GİRİŞ

Su, tarih boyunca uygarlıkların kaderini belirleyen temel unsurlardan biri olmuştur. İlk yerleşim alanları, büyük imparatorlukların başkentleri ve önemli şehirler genellikle su kaynaklarının yakınlarında kurulmuş; bu kaynaklar, tarımsal üretimden ticarete, toplumsal yaşamdan sanata kadar birçok alanda medeniyetlerin gelişimine yön vermiştir. Su, yalnızca hayatta kalmak için değil, aynı zamanda toplumların kalkınması için de vazgeçilmez bir kaynaktır. Günümüzde ise artan nüfus, şehirleşme ve iklim değişikliği gibi faktörler, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini zorunlu hale getirmiştir (Hosseiny ve ark., 2021). Su, tarımda verimliliğin artırılması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle suyun verimli kullanılması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini garanti altına almak için kritik bir unsur haline gelmiştir.

Kavun (*Cucumis melo* L.), gen merkezi olarak kabul edilen Anadolu, İran ve Afganistan bölgelerinde yoğun olarak yetiştirilmektedir. Bu bölgelerin büyük kısmı, düşük yağış alan ve yarı-kurak olarak sınıflandırılan ekolojilere sahiptir. Yarı-kurak bölgelerde tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, genotiplerin çevresel stres koşullarına uyum yeteneği ile doğrudan ilişkilidir (Mancak ve ark., 2014). Yarı-kurak iklim koşulları, suyun sınırlı olduğu alanlarda tarım yapmayı zorlaştırmakta, bu da verim kayıplarına ve çevresel baskılara yol açmaktadır. Tarımın sürdürülebilirliği açısından bu iklim koşullarına uyum sağlamak oldukça önemlidir.

Kuraklık, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini olumsuz etkileyen bir stres faktörüdür. Bu nedenle, kuraklık stresiyle başa çıkabilen ve suyun verimli kullanılmasını sağlayan kavun çeşitleri, bölgedeki tarım için önemli bir avantaj sağlar. Bu bağlamda, bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) kullanılması, kuraklık stresi altında bitki gelişimini iyileştirerek verim artışı sağlamaktadır. PGPR türleri, bitkilerin köklerinde yerleşerek su alımını artırabilir, aynı zamanda bitkilerin kuraklık stresine dayanıklılıklarını artırabilir (Vurukonda, 2014).

Bitki büyümesini teşvik edici bazı rizobakteri türlerinin kullanımı, özellikle sınırlı su kaynaklarına sahip bölgelerde, bitki gelişimini destekleyerek kuraklık stresine toleransın artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu mikroorganizmalar, bitkilerle simbiyotik ilişkiler kurarak onların su ve besin alımını iyileştirebilir, aynı zamanda stres koşullarına karşı savunma mekanizmalarını güçlendirebilir. Bu tür biyolojik yaklaşımlar, tarımsal verimliliği artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Vurukonda, 2014; Şensoy ve ark., 2007).

Türkiye’de kavun, genetik çeşitliliği ve ekonomik önemi nedeniyle önemli bir tarım ürünü olarak kabul edilmektedir. Özellikle yerel kavun türleri, su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde yetişebilme özellikleriyle dikkat çekmektedir. Malatya ilinin Arguvan ilçesinde yetiştirilen ‘Arguvan Kavunu’, bu tür özelliklere sahip bir genotiptir ve uzun depo ömrü ile kendine özgü aromasıyla öne çıkmaktadır. Bu

türlerin, kuraklık koşullarına adaptasyon yetenekleri, bölgedeki tarım için büyük bir avantaj sağlamaktadır (Kutsal, 2017).

Bu çalışma, Malatya'nın Arguvan ilçesinde sulanan ve sulanmayan iki farklı arazide yetiştirilen 'Arguvan Kavunu' üzerinde, bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin (PGPR) büyüme, meyve kalitesi ve verim üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, kuraklık stresine dayanıklı kavun genotiplerinin desteklenmesi ve PGPR uygulamalarının tarımsal sürdürülebilirlik açısından potansiyelini ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu tür biyolojik yaklaşımların, kuraklık koşullarında kavun üretiminin artırılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına önemli katkı sağladığı düşünülmektedir.

## **MATERYAL VE METOD**

Bu çalışmanın arazi denemeleri, Malatya ili Arguvan ilçesi'nde bulunan iki farklı lokasyonda üretici koşullarında gerçekleştirilmiştir. Deneme, sulanan ve sulanmayan parseller olarak ikiye ayrılmıştır. Her iki parselde de ekim öncesi dekara 500 kg yanmış çiftlik gübresi uygulanmıştır. Kimyasal gübre olarak ise, dekara sırasıyla 20 kg DAP (18:46:0), 10 kg Potasyum sülfat (%50 K<sub>2</sub>O) ve 10 kg Amonyum sülfat (% N) verilmiştir. Her iki lokasyon için yapılan toprak analizlerine göre gübreleme hesaplamaları yapılmıştır.

Denemede kullanılan bitkisel materyal olarak, Arguvan bölgesine ait depo ömrü uzun, kalın kabuklu yerel genotip (Narmikan) kullanılmıştır. Çalışmada, Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteriler (PGPR) olarak *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* ve *Enterococcus spp.*

türleri kullanılmıştır. Ayrıca, bunların karışımı (kokteyl uygulaması) da uygulanmıştır. Bu kokteyl, 3 farklı bakteri solüsyonundan eşit oranda alınarak ve 1/10 oranında seyreltiği özel bir çözelti halinde uygulanmıştır.

Çalışmada Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerden *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* ve *Enterococcus spp.* kullanılmıştır. *Bacillus subtilis*, havadaki serbest azotu fikse etme yeteneği, *Bacillus megaterium* ise azot fiksasyonunun yanı sıra topraktaki fosforun çözünmesine katkı sağlama yeteneği ile tercih edilmiştir. *Enterococcus spp.*, azot bağlama ve topraktaki kireci çözme kabiliyeti nedeniyle kullanılmıştır. Ayrıca, yukarıda belirtilen bakterilerin karışımları (kokteyl) da, bu bakterilerin kombine etkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı bir uygulama olarak kullanılmıştır. Temin edilen tüm bakteri solüsyonlarında  $10^8$  cfu (colony forming unit = koloni oluşturan birim)  $ml^{-1}$  bulunmuştur.

Sulu koşullarda sıra arası ve sıra üzeri mesafeler sırasıyla 1,8 m ve 0,4 m olarak, susuz koşullarda ise 2,2 m ve 0,5 m olarak belirlenmiştir. Çalışmada kontrol dahil olmak üzere 5 farklı uygulama kullanılmış ve bu uygulamalar Tablo 1’de belirtilmiştir.

**Tablo 1.** Denemede kullanılan uygulamalar

Uygulama	Uygulama Kodu
Kontrol	T1
<i>Bacillus subtilis</i>	T2
<i>Enterococcus spp.</i>	T3
<i>Bacillus megaterium</i>	T4
Kokteyl (Karışım)	T5

Deneme, her iki deneme lokasyonunda da bir uygulamayı temsil eden bitkilerin diğer uygulamaları temsil eden bitkilerle etkileşiminin sınırlanması amacıyla "tesadüf blokları" deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde dizayn edilmiştir.



**Şekil 1.** Deneme Alanından Ve Bitkisel Materyalden Görüntüler

Deneme, üretici koşullarında yürütüldüğünden ve tohumdan üretim yöntemi kullanıldığı için, bakteri uygulamaları da pratikte uygulanabilirliği mümkün olan "tohum aşılması" şeklinde yapılmıştır.



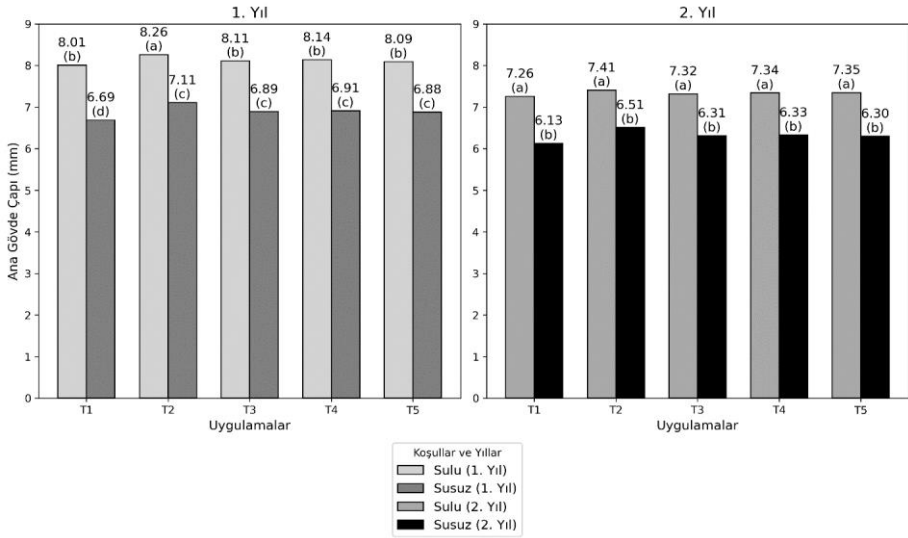
Önerildiği üzere, farklı bakteri solüsyonları 1/10 oranında su ile seyreltilmiş ve tohumlar 24 saat süreyle bu çözeltilerin içinde bekletilmiştir. Kokteyl (Karışım) uygulamasını temsil edecek olan tohumlar, 3 farklı bakteri solüsyonundan eşit oranda alınan ve yine 1/10 oranında seyreltilen çözelti içerisinde bekletilmiştir. Kontrol uygulamasına temsil edecek olan tohumlar ise suda bekletilmiştir (Kenneth ve ark., 2019).

Çalışmada, tohum ekiminden sonra 45. ve 75. günlerde yapılan fiziksel ve biyokütle ölçümleri, her bir uygulama için her tekerrürde 5 bitki üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bitki sökümü, her ölçüm tarihinde 4. tekerrürlerden 3 bitkiyle yapılmıştır. Ana gövde çapı, ilk dallanmanın hemen altından bir kumpas yardımıyla ölçülerek ortalama değerler hesaplanmıştır. Ana gövde uzunluğu ise kök boğazından itibaren bir şerit metre ile ölçülüp ortalamaları belirlenmiştir. Yaprak sayısı, bitki üzerindeki tüm yapraklar sayılarak tespit edilip ortalama yaprak sayıları kaydedilmiştir. Gövde yaş ağırlığı, sökülen bitkilerin köklerinden ayrılıp yıkandıktan sonra suyu alınarak, yapraklarından ayrılan gövde kısımları hassas terazi ile tartılmış ve ortalamalar hesaplanmıştır. Gövde kuru ağırlığı ise, yaş ağırlığı belirlenen gövdelerin 65 °C’de etüvde kurutulup sabit ağırlığa ulaşması sağlanarak tartılmış ve ortalamaları hesaplanmıştır. Yaprak yaş ağırlığı, sökülen bitkilerin yaprakları yıkandıktan sonra suyu alınarak tartılmış ve ortalama değerler belirlenmiştir. Yaprak kuru ağırlığı ise, yaş ağırlığı belirlenen yaprakların 65 °C’de etüvde kurutulup sabit ağırlığa ulaşması sağlanarak tartıldıktan sonra ortalamaları hesaplanmıştır. Verim ölçümü için ise, meyveler olgunlaştığında hasat edilip tartılmış ve her bir uygulama için

toplam verim hesaplanmıştır. Toplam verim, her uygulamayı temsil eden bitkilerden elde edilen toplam verim hesaplanarak dekar başına verim bulunmuştur.

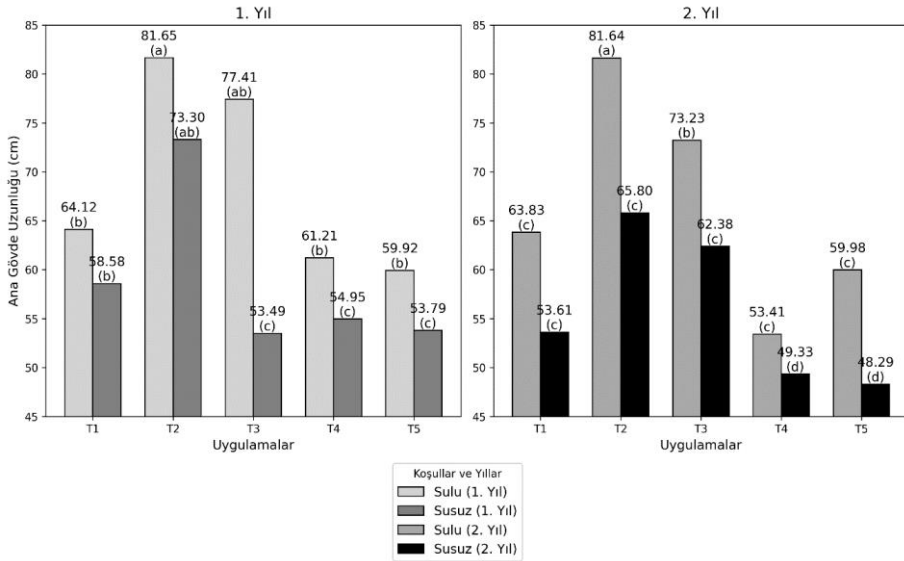
### 3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Birinci ve ikinci deneme yıllarında Arguvan kavunu için tohum ekiminden 75 gün sonra ölçülen ana gövde çapı değerleri, sulu ve susuz koşullarda farklılık göstermektedir. Birinci yıl verilerine göre, sulu koşullarda gövde çapı 8.01 mm ile 8.26 mm arasında değişirken, susuz koşullarda bu değerler 6.69 mm ile 7.11 mm arasında ölçülmüştür. İkinci yıl verilerinde ise, sulu koşullarda gövde çapı 7.26 mm ile 7.41 mm arasında, susuz koşullarda ise 6.13 mm ile 6.51 mm arasında ölçülmüştür. Her iki yılda da sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler, susuz koşullara göre daha büyük ana gövde çapı değerleri göstermiştir. Bu sonuçlar, T2 (*Bacillus subtilis*) uygulamasının her iki yıl boyunca sulu koşullarda en yüksek gövde çapı değerlerini sağladığını göstermektedir (Şekil 2).



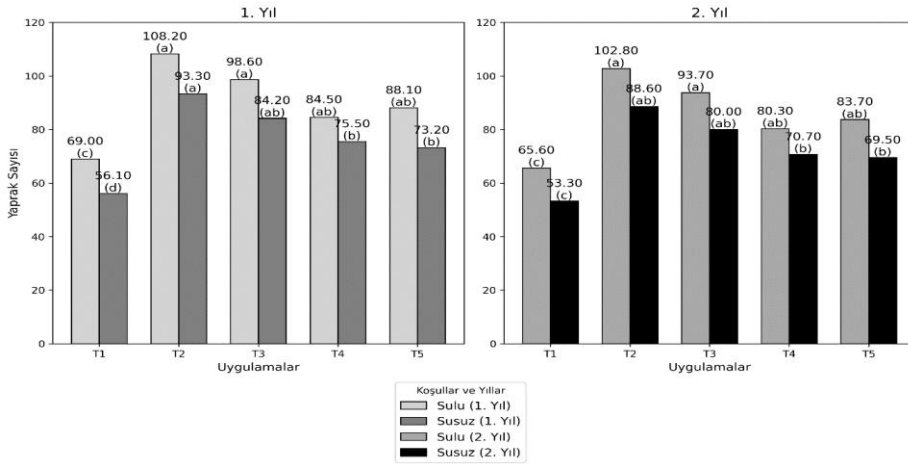
**Şekil 2.** Birinci ve İkinci Deneme Yılında Susuz Koşullarda Yetiştirilen Arguvan Kavununda Ölçülen Ana Gövde Çapı (mm) Değerleri.

Birinci ve ikinci deneme yıllarında Arguvan kavunu için tohum ekiminden 75 gün sonra ölçülen ana gövde uzunluğu değerleri, sulu ve susuz koşullarda farklılık göstermektedir. Birinci yıl verilerine göre, sulu koşullarda ana gövde uzunluğu 59.92 cm ile 81.65 cm arasında değişirken, susuz koşullarda bu değerler 53.49 cm ile 73.30 cm arasında ölçülmüştür. İkinci yıl verilerinde ise, sulu koşullarda ana gövde uzunluğu 59.98 cm ile 81.64 cm arasında, susuz koşullarda ise 48.29 cm ile 65.80 cm arasında ölçülmüştür. Her iki yılda da sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler, susuz koşullara göre daha uzun ana gövde uzunluğu değerleri göstermiştir. Bu sonuçlar, sulu koşullarda daha iyi gelişen bitkilerin, susuz koşullara göre belirgin şekilde daha büyük ana gövde uzunluğu değerlerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 3).



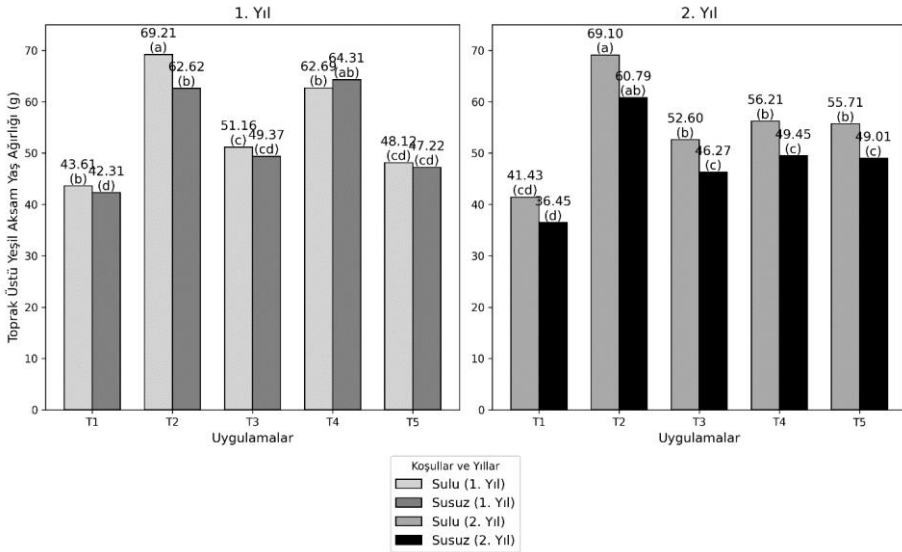
**Şekil 3.** Birinci ve İkinci Deneme Yılında Susuz Koşullarda Yetiştirilen Arguvan Kavununda Ölçülen Ana Gövde Uzunluğu (cm) Değerleri.

Birinci ve ikinci deneme yıllarında Arguvan kavunu için tohum ekiminden 75 gün sonra ölçülen yaprak sayısı değerleri, sulu ve susuz koşullarda farklılık göstermektedir. Birinci yıl verilerine göre, sulu koşullarda yaprak sayısı 69 ile 108.2 arasında değişirken, susuz koşullarda bu değerler 56.1 ile 93.3 arasında ölçülmüştür. İkinci yıl verilerinde ise, sulu koşullarda yaprak sayısı 65.6 ile 102.8 arasında, susuz koşullarda ise 53.3 ile 88.6 arasında ölçülmüştür. Her iki yılda da sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler, susuz koşullara göre daha fazla yaprak sayısına sahip olmuştur. Bu sonuçlar, sulu koşullarda yapılan uygulamanın, özellikle her iki yıl boyunca en yüksek yaprak sayısı değerlerini sağladığını göstermektedir (Şekil 4).



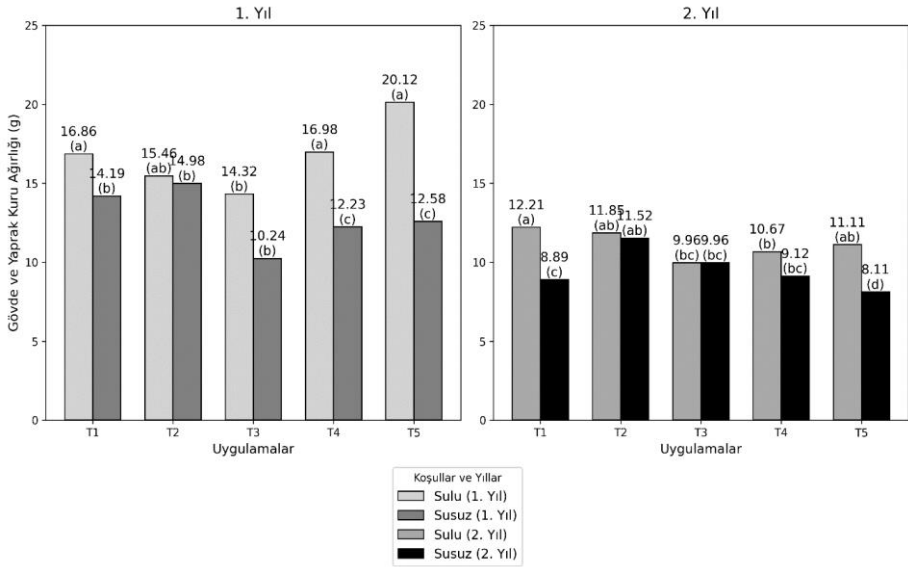
**Şekil 4.** Birinci ve İkinci Deneme Yılında Susuz Koşullarda Yetiştirilen Arguvan Kavununda Ölçülen Yaprak Sayısı (adet) Değerleri.

Birinci ve ikinci deneme yıllarında Arguvan kavunu için toprak üstü yeşil aksam (gövde ve yaprak) yaş ağırlığı verileri, sulu ve susuz koşullarda farklılık göstermektedir. Birinci yıl verilerine göre, sulu koşullarda toprak üstü yeşil aksam ağırlığı 43.61 g ile 69.21 g arasında değişirken, susuz koşullarda bu değerler 42.31 g ile 64.31 g arasında ölçülmüştür. İkinci yıl verilerinde ise, sulu koşullarda 41.43 g ile 69.1 g arasında değişen yaş ağırlıkları, susuz koşullarda 36.45 g ile 60.79 g arasında ölçülmüştür. Her iki yılda da sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler, susuz koşullara göre daha yüksek toprak üstü yeşil aksam ağırlıkları göstermiştir. Bu sonuçlar, suyun bitki gelişimi üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu ve sulu koşullarda bitkilerin daha fazla biyokütle ürettiğini göstermektedir (Şekil 5).



**Şekil 5.** Birinci ve İkinci Deneme Yılında Susuz Koşullarda Yetiştirilen Arguvan Kavununda Ölçülen Toprak Üstü Yeşil Aksam (Gövde ve Yaprak) Yaş Ağırlığı (g) Değerleri

Şekil 6'da, Arguvan kavunu için birinci ve ikinci deneme yıllarında sulu ve susuz koşullarda ölçülen toprak üstü yeşil aksam (gövde ve yaprak) kuru ağırlığı verileri sunulmaktadır. Birinci yıl sonuçlarına göre, sulu koşullarda en yüksek kuru ağırlık 20.12 g ile T5 uygulamasında, en düşük kuru ağırlık ise 14.19 g ile susuz koşullarda T1 uygulamasında ölçülmüştür. İkinci yıl verilerinde ise sulu koşullarda T1 uygulaması 12.21 g, T2 uygulaması ise 11.85 g ile en yüksek kuru ağırlıklara sahipken, susuz koşullarda T5 uygulamasının kuru ağırlığı 8.11 g ile en düşük değeri göstermektedir. Her iki yılda da sulu koşullarda uygulama yapılan bitkiler, susuz koşullarda yetiştirilen bitkilerden daha yüksek kuru ağırlık değerleri göstermiştir. Bu sonuçlar, sulu koşullarda bitkilerin daha fazla besin ve su alarak daha fazla kuru ağırlık kazandığını, susuz koşullarda ise bu değerlerin düştüğünü göstermektedir.



**Şekil 6.** Birinci ve İkinci Deneme Yılında Susuz Koşullarda Yetiştirilen Arguvan Kavununda Ölçülen Toprak Üstü Yeşil Aksam (Gövde ve Yaprak) Kuru Ağırlığı (g) Değerleri

Asghar (2002), yaptığı çalışmada, bazı *Bacillus* izolatlarının hardal otunda (*Brassica juncea L.*) verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmada, *Bacillus* izolatlarının bitki büyüme parametrelerinden gövde çapını kontrole kıyasla %56,5'e kadar artırdığı tespit edilmiştir. Bu artış, izolatların oksin sentezleme yeteneğiyle ve dolayısıyla vejetatif gelişimi artırmalarıyla ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde, çalışmamızda da bakterilerin bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkileri gözlemlenmiştir.

Ghosh ve Mohiuddin (2000), yazlık susam yetiştiriciliği üzerinde yaptıkları çalışmada, üç farklı bakteri türü ve bu türlerin karışımını uygulamışlardır. Araştırmada, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megatorium* uygulamalarının hem 1997 hem de 1998 yıllarında bitki uzunluğunu kontrol grubuna kıyasla artırdığı tespit edilmiştir. Örneğin, 1997 yılında

kontrol grubunda bitki uzunluğu 63,6 cm iken, *Bacillus subtilis* uygulamasında 68,8 cm, *Bacillus megatorium* uygulamasında ise 69,0 cm olarak kaydedilmiştir. Çalışmamızda da *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megatorium* uygulamalarının ana gövde uzunluğunu kontrole göre artırdığı belirlenmiştir.

Gholami ve ark. (2009), rizobakterilerin mısır bitkisi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, farklı *Pseudomonas* ve *Azospirillum* türlerini kullanmışlardır. Bu bakterilerin, bitki boyunu kontrol grubuna kıyasla %14,3 ile %21,7 arasında artırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, bu artışı bakterilerin serbest azot bağlama ve bitkisel hormonlar salgılama yetenekleriyle ilişkilendirmiştir. Çalışmamızda da bakterilerin, benzer mekanizmalarla bitki gelişimini teşvik ettiği görülmüştür.

Çakmakçı ve ark. (2006), azot fikse edici ve fosfat çözücü bakterilerin şeker pancarı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, yaprak yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve şeker verimi parametrelerinde bakterilerin kontrol grubuna kıyasla sırasıyla %15,5–%20,8, %12,3–%16,1 ve %9,8–%14,7 oranlarında artış sağladığı rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda da yaprak yaş ağırlığı parametresinin bakterilerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilendiği tespit edilmiştir.

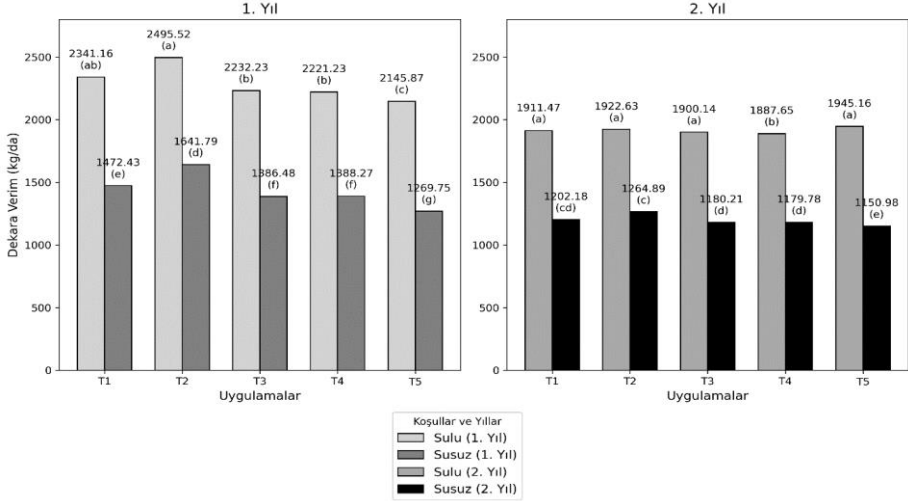
Mena-Violante ve Olalde-Portugal (2007), *Bacillus subtilis* BEB-13bs uygulamalarının domates fidelerinde verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, bakteri uygulamasına tabi tutulan bitkilerin, kontrol grubuna kıyasla gövde, yaprak ve kök kuru ağırlıklarında artış sağladığı ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, bu



artışı yapraklardaki azot oranıyla ilişkilendirmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde, bakterilerin bitki organlarının gelişimi üzerindeki olumlu etkileri doğrulanmıştır.

Arguvan kavununun sulu ve susuz koşullarda birinci ve ikinci deneme yıllarında elde edilen toplam verim değerleri Şekil 7'de gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, farklı bakteri uygulamalarının toplam verim parametresi üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Arguvan kavununda, birinci yıl sulu koşullarda dekara verim değerleri 2145,87 kg ile 2495,52 kg arasında değişmiştir. Bu yıl ve koşullarda en yüksek verim değeri 2495,52 kg ile T2 (*Bacillus subtilis*) uygulamasından elde edilmiş ve bunu sırasıyla T5 (Kokteyl), T4 (*Bacillus megatorium*), T3 (*Enterococcus spp.*) ve T1 (Kontrol) uygulamaları 2398,41 kg, 2357,65 kg, 2298,74 kg ve 2145,87 kg/da değerleriyle takip etmiştir. Arguvan çeşidine ait ikinci yıl sulu koşullarda toplam verim değerleri incelendiğinde, sonuçların birinci yıl ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. En yüksek dekara verim değeri 1922,63 kg ile yine T2 (*Bacillus subtilis*) uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla T5 (Kokteyl), T3 (*Enterococcus spp.*), T1 (Kontrol) ve T4 (*Bacillus megatorium*) uygulamaları 1894,77 kg, 1865,42 kg, 1847,88 kg ve 1887,65 kg/da değerleriyle takip etmiştir. Susuz koşullarda yetiştirilen Arguvan kavunu bitkilerinden elde edilen dekara verim değerleri ise sulu koşullardaki verimlere kıyasla belirgin şekilde daha düşük bulunmuştur. Bu durum, susuz koşullarda bitkilerin suya erişimlerinin sınırlı olması ve dekara düşen bitki sayısının azalması ile açıklanabilir. Susuz koşullarda Arguvan kavununun birinci yıl dekara

verim değerleri 1269,75 kg ile 1461,79 kg arasında değişirken, ikinci yıl bu değerler 1150,98 kg ile 1264,89 kg arasında değişmiştir.



**Şekil 7.** Birinci ve İkinci Deneme Yılında Susuz Koşullarda Yetiştirilen Arguvan Kavununda Ölçülen Verim (kg/da) Değerleri

Pırlak ve Köse (2009), çilek bitkisinde PGPR [Pseudomonas (BA-8), Bacillus (OSU 142 ve M3)] uygulamalarının (yaprak, kök ve yaprak + kök) verim üzerine etkisini incelemiş ve yaprak + kök uygulamasının kontrole göre %25.79 verim artışı sağladığını tespit etmişlerdir. Çalışmada, BA-8, OSU 142 ve M3 izolatlarının verimi artırmada etkili olduğu belirtilmiştir.

Mena-Violante ve Olalde-Portugal (2007), domates bitkisine uygulanan Bacillus subtilis BEB-13bs izolatının, bitki başına verimde (787 g) kontrole (648 g) göre istatistiksel olarak daha yüksek değer verdiğini bulmuşlardır. Ancak, pazarlanabilir verimde kontrole göre %12'lik fark olmasına rağmen, BEB-13bs uygulamasının istatistiksel olarak farklı olmadığını ifade etmişlerdir.

Karlıdağ ve ark. (2007), Granny Smith elma çeşidinde bitki aktivatörleri olarak M3, OSU 142 ve FS01'i kullanarak, bu aktivatörlerin ve kombinasyonlarının verim, yaprakta besin elementi durumu ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Kümülatif verim ortalamalarında, M3+FS01 uygulamasının 12.71 kg/ağaç ile en yüksek değeri sağladığı; FS01 (6.55 kg/ağaç), kontrol (6.76 kg/ağaç) ve M3+OSU 142+FS01 (6.77 kg/ağaç) uygulamalarının ise en düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Arıkan ve ark. (2013), Bacillus mycoides T8 ve Bacillus subtilis OSU 142 bitki aktivatörlerini ayva bitkisine uygulamış ve bu aktivatörlerin tek tek ve kombinasyonlu olarak etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, OSU 142 uygulamasının (11195.88 kg/ağaç), kontrole (8549.16 kg/ağaç) göre istatistiksel olarak daha yüksek verim sağladığı belirlenmiştir. En yüksek verim ise T8 (12321.77 kg/ağaç) ve kombinasyon (11601.11 kg/ağaç) uygulamalarından elde edilmiştir. Çalışma, kullanılan bitki aktivatörlerinin verim artırma potansiyeli ve bitki gelişimine olan etkisini ortaya koymuştur.

## SONUÇ

Malatya ili Arğuvan ilçesi koşullarında, sulu ve susuz yetiştirme şartlarında, farklı bakteri türlerinin ekim öncesi tohumla muamele edilerek kavun yetiştiriciliğine etkilerini inceleyen bu çalışma, bölge üreticileri için hem uygulamalı bilgi sağlamış hem de biyogübrelerin tarımsal üretimdeki potansiyelini ortaya koymuştur. Bölgenin iklim koşulları ve toprak yapısına uygun kavun yetiştiriciliği yöntemleri geliştirmek, giderek artan kuraklık tehdidi altında büyük önem

taşımaktadır. Bu bağlamda, çalışma sonucunda elde edilen bulgular, biyogübre uygulamalarının kavun bitkilerinin büyüme ve gelişiminde belirgin iyileşmeler sağladığını göstermektedir.

Bakteri uygulamalarının bitki büyüme parametreleri üzerindeki etkileri oldukça çarpıcıdır. Araştırma boyunca ana gövde uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak ve gövde yaş ağırlıkları ile yaprak ve gövde kuru ağırlıkları gibi temel büyüme parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, tüm bakteri uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla bitki büyüme parametrelerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Özellikle *Bacillus subtilis* içeren T2 uygulaması, her iki yıl ve yetiştirme koşulunda diğer uygulamalardan daha üstün performans sergilemiştir. Bu sonuç, söz konusu bakterinin bitki büyümesini teşvik edici etkisinin güçlü bir kanıtıdır.

Verim açısından değerlendirildiğinde, bakteri uygulamalarının istatistiksel anlamda belirgin bir etkisi olmamasına rağmen, *Bacillus subtilis* uygulamasının kontrol grubuna kıyasla daha yüksek verim sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, özellikle kuraklık koşullarında bakteri uygulamalarının bitki dayanıklılığını artırma potansiyeline işaret etmektedir. Kuraklık, Arguvan ilçesinde kavun yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle, biyogübrelerin kullanımı, bölge üreticileri için önemli bir adaptasyon stratejisi olarak değerlendirilebilir.

Araştırma sonuçları ayrıca, bakteri uygulamalarının bitkilerin mineral madde alımı üzerindeki etkilerini incelememekle birlikte, bitki büyümesindeki artışların dolaylı olarak daha etkin bir besin elementi

alımına işaret edebileceğini göstermektedir. Bakterilerin bitki kök çevresinde oluşturduğu olumlu mikrobiyal ortam, bitkilerin besin elementlerini daha etkili bir şekilde almasını sağlamış olabilir. Bu durum, büyüme parametrelerindeki artışla da uyumlu bir şekilde değerlendirilebilir. İlerleyen çalışmalarda mineral madde kapsamlarının da dahil edilmesi, bakteri uygulamalarının bu yöndeki etkilerinin daha net ortaya konmasını sağlayacaktır.

Bakterilerin sadece tohum döneminde değil, bitkinin tüm gelişim dönemlerinde uygulanması, verim ve kalite parametrelerinde daha belirgin farklar yaratabilir. Tohumların ekim öncesinde bakteri-suyla muamele edilmesi, pratik bir yöntem olarak öne çıkmakla birlikte, genç bitkilerin gelişim dönemlerinde ek uygulamalar yapılması, bitki performansını daha da artırabilir. Bu nedenle, biyogübre uygulamalarının bitki besleme programlarına entegre edilmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma *Bacillus subtilis* içeren biyogübre uygulamalarının Arguvan koşullarında kavun yetiştiriciliği için büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Bu tür biyogübrelerin üreticilere tanıtılması ve kullanım kolaylığı sağlaması adına özel satış yerlerinde erişilebilir hale getirilmesi, üreticilere yönelik bilgilendirme toplantılarının düzenlenmesi ve uygulamaların teşvik edilmesi önem arz etmektedir. Kuraklık gibi çevresel stres koşullarına karşı dayanıklılığı artıracak bu tür uygulamaların, bölgesel tarımda daha geniş bir kullanım alanı bulacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Arıkan, Ş., İpek, M., & Pırlak, L. (2013). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and fruit quality of quince. *International Conference on Agriculture and Biotechnology*, 60(2), 97–100.
- Aşghar, H. (2002). Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 231–237. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0462-1>
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., & Şahin, F. (2006). Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6), 1482–1487. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.019>
- Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Biology and Life Sciences*, 1(1), 35–40.
- Ghosh, D. C., & Mohiuddin, M. (2000). Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to bio-fertilizer and growth regulator. *Agricultural Science Digest*, 20(1), 90–92.
- Hosseiny, S. H., Bozorg-Haddad, O., & Bocchiola, D. (2021). Water, culture, civilization, and history. In *Economical, Political, and Social Issues in Water Resources* (pp. 189-216). Elsevier.
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., & Şahin, F. (2007). Effect of root inoculation of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition element content of leaves of apple. *Scientia Horticulturae*, 111(1), 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.10.014>
- Kenneth, O. C., Nwadike, E. C., Kalu, A. U., & Unah, U. V. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): a novel agent for sustainable food production. *Am J Agric Biol Sci*, 14(35), 54.
- Kutsal, İ. K. (2017). Bitki büyümesini artırıcı bazı rhizobakteri türlerinin sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen kavunlarda bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı.
- Mancak, I., Sarı, N., Solmaz, I., & Özkan, H. (2014). Determining the relationships between Kirkagac and other melon types by using morphological and molecular methods. *Cucurbitaceae 2014 Proceedings*, 80-83.
- Mena-Violante, H., & Olalde-Portugal, V. G. (2007). Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae*, 113(3), 103–106. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.012>
- Mena-Violante, H., & Olalde-Portugal, V. G. (2007). Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae*, 113(3), 103–106. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.012>
- Pırlak, L., & Köse, M. (2009). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 32(2), 1173–1184. <https://doi.org/10.1080/01904160903092633>

- Sensoy, S., Büyükalaca, S., & Abak, K. (2007). Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 1351-1365.
- Vurukonda, S. S., Vardharajula, S., Shrivastava, M., & SkZ, A. (2016). Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*, 184, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.12.003>

## BÖLÜM 11

### DIŞARIDAN YAPILAN MELATONİN UYGULAMALARININ ÜŞÜME STRESİ ALTINDAKİ HIYAR (*Cucumis sativus* L.) FİDELERİNİN MİKRO ELEMENT ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Yük. Zir. Müh. Lütfullah BAŞLAK<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Özlem ÜZAL<sup>2\*</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14544290>

---

<sup>1</sup> Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.  
lutfullahbaslak@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-0035-0719

<sup>2</sup> Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. ozlemuzal@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1538-820X

\*Sorumlu yazar

Bu çalışma, Lütfullah BAŞLAK'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.





## GİRİŞ

Tarımsal üretimde beklenen verimin alınmasını engelleyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden birisi de üşüme stresidir. Üşüme; sorun olduğu yörelerde veya seralarda ortaya çıktığı durumda bitkisel üretimi olumsuz etkileyen, hatta bazen olanaksız kılan önemli stres kaynağıdır. Örtü altında turfanda hıyar yetiştiriciliğinde seralar ısıtmasız olduğundan yada yetersiz ısıtıldığından dolayı özellikle kış aylarında sıcaklığın yetersiz olması döllenme problemlerinin yaşanmasının yanında, bitkilerde de üşümelerin olduğu görülebilmektedir. Ayrıca, açıkta yapılan yetiştiriciliklerde özellikle iç ve doğu bölgelerinde sıcaklık yetersiz olduğundan erken ilkbaharda fide dikim esnasında ve sonbahar verim döneminde bitkiler çabuk üşüdüğünden ciddi ürün kayıpları meydana gelmektedir. Bu dönemlerde meydana gelen ürün kayıplarını minimuma indirebilmek için bitkilerde üşümeye karşı toleransı geliştirecek uygulamalar araştırılarak çözüm bulunması gerekmektedir.

Hıyar bitkisi açıkta ve örtüaltı yetiştiricilikte önemli payı olan bir bitki olmasından dolayı, üşüme stresinden de olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuz şartlardan dolayı ürün kayıpları da ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Ancak, bu olumsuzlukları ortadan kaldırmanın en önemli ve en kesin yolu da üşümeye toleranslı bitki tür ve çeşitleri geliştirmek ve üşümenin olumsuz etkilerini giderici uygulamalar yapmaktır.

Melatonin, bitkilerin biyotik ve abiyotik streslere karşı büyüme ve gelişme tepkileri için endojen bir uyarıcı ve sinyal molekülü olarak

görev yapan doğal olarak oluşan bir indolamindir (Arnao ve Hernández 2014, 2020; Wang ve ark., 2020). Melatonin uygulamasının meyve ve sebzelerin hasat sonrası korunmasına olan etkileri önemli ilgi çekmiştir ve korumadaki bazı rolleri iyi bilinmektedir. Örneğin, melatonin uygulamasının mango meyvesinde (Bhardwaj ve ark., 2021), şeftalide (Cao ve ark., 2018), domateste (Aghdam ve ark., 2019), litçide (Liu ve ark., 2021), kayısıda (Medina-Santamarina ve ark., 2021), kırmızı çan biberi (Kong ve ark., 2020) ve narda (Jannatizadeh, 2019) raf ömrünü uzatarak, bozulmayı azaltarak, olgunlaşmayı geciktirdiği kanıtlanmıştır. Melatonin uygulamalarının bitkinin abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerini iyileştirme yönünde etkisinin olduğuna dair bilgiler farklı araştırmalarda da belirtilmiştir (Korkmaz ve ark., 2014; Korkmaz ve ark., 2016; Liu ve ark., 2015; Xu ve ark., 2010; Li ve ark., 2018). Bu bilgilerden yola çıkarak Beith F1 hıyar çeşidinin kullanıldığı araştırmada; melatonin uygulamaları ile bitkilerin üşümeye karşı hangi uyum mekanizmaları geliştirdiği ve mikro element birikimleri üzerine etkilerini anlamak amaçlanmıştır.

## **1. MATERYAL ve YÖNTEM**

Çalışmada bitkisel materyal olarak, United Genetics firmasından temin edilen ve üretimde ticari olarak tercih edilen Beith F1 hibrit hıyar tohum çeşidi kullanılmıştır.

Çalışma normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında yapılmıştır. Yapılan her uygulama için üç tekerrür ve her tekerrürde yirmi bitki olacak şekilde kurulan denemede; hıyar tohumları, 3:1

oranında torf+perlit doldurulmuş viyol kaplarına (alt yüzeyleri fazla suyun süzülmesi için 0.5 cm çapında toplam 1 adet deliğe sahip) ekilip sulanmıştır. Torf+perlit iyice ıslandıktan ve sulama suyunun fazlası süzildükten sonra viyoller,  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilerek, üzerleri örtülüp kaplar düzenli olarak kontrol edilmiş ve yetiştirme harcı kurumayacak şekilde azar azar saf su ile sulanmaya devam edilmiştir.

Hıyar fideleri iki gerçek yaprağa sahip olduklarında 100 ppm (N'a göre) dozunda olacak şekilde NPK (20+20+20+İZ) gübresi uygulanmıştır. 3-4 gerçek yaprağa sahip olan fidelere üşüme uygulamaları yapılmıştır. Üşüme uygulanan fideler için 0, 1, 10, 20, 30 ve 40  $\mu\text{M}$  melatonin içeren saf (distile) su bitkilerin yapraklarına püskürtülmüştür. Püskürtme suyuna 0.5 mL  $\text{L}^{-1}$  oranında Tween-20 ilave edilmiştir. Melatonin uygulaması iklim odasının gece (karanlık) zamanına denk gelecek şekilde yapılmıştır. Melatonin uygulamasından 1 tam gün sonra bitkilerin yarısı iklim dolabında 15 gün süre ile üşüme stresine maruz bırakılarak, diğer yarısı ise iklim odasında normal koşullarda ( $25^{\circ}\text{C}$  gündüz/ $20^{\circ}\text{C}$  gece) tutulmuştur. Stresten önce ve sonra bitkiler sulanmıştır. Üşüme stresine maruz kalan bitkiler 15 gün süreyle 12 saat boyunca  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  (karanlık) ve 12 saat boyunca da  $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye (şiddeti:  $225 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ayarlı inkibatörde tutulduktan sonra örnekler alınmıştır.

### **1.1. Mineral Element Analizi**

Bitkilerin kök ve yaprak kısımlarından alınan bitki örnekleri – 84°C’deki derin dondurucuda saklanmıştır. İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan her bir kök,gövde ve yaprak örneğinden yaş yakma metoduna göre 200 mg tartılıp, üzerine 10 ml 0,1 N HNO<sub>3</sub> (Nitrik asit) ilave edilerek bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanmıştır. Mikro element içerikleri, Kacar (1994)’e göre Atomik Absorbsiyon cihazında okunmuştur. Bu ölçümler sonunda, yaş kök ve yaprak örneğindeki mikro element miktarları µg/mg taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).

### **1.2. İstatiksel Analizler**

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi için Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları %5 önem seviyesinde Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

## **2. BULGULAR**

### **2.1. Kök, gövde ve yapraklarda Cu iyonu miktarında meydana gelen değişimler**

Hıyar fidelerine yapılan farklı dozlarda melatonin uygulamalarının bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki değişimleri ile bitkilerin toplam bakır miktarları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1:** Hıyar Fidelerine Yapılan Melatonin Uygulamalarının Kök, Gövde, Yapraklarda Ve Toplam Cu İyonu Miktarında Meydana Gelen Değişimler.

Uyg	Üşüme Stresi	Kök	Gövde	Yaprak	P değ.	Toplam iyon
0	-	1.28±0.09 D c <sup>x</sup>	0.88±0.37 E b <sup>x</sup>	1.19±0.16 F-E b <sup>x</sup>	0.071	3.36±0.49 E c
1	-	1.54±0.10 D c <sup>x</sup>	2.18±0.48 AB a <sup>x</sup>	1.65±0.29 B-E a <sup>x</sup>	0.145	5.38±0.12 C-E c
10	-	2.78±0.15 AB ab <sup>x</sup>	2.47±0.77 A a <sup>xy</sup>	1.71±0.31 B-D a <sup>y</sup>	0.506	6.97±1.12 A bc
20	-	2.99±0.34 A a <sup>x</sup>	1.72±0.60 A-D ab <sup>y</sup>	1.66±0.19 B-E a <sup>y</sup>	0.495	6.38±1.03 AB bc
30	-	2.28±0.17 C b <sup>x</sup>	2.12±0.64 A-C a <sup>x</sup>	1.75±0.11 B-D a <sup>x</sup>	0.112	6.15±0.33 A-D ab
40	-	2.30±0.60 BC b <sup>x</sup>	2.09±0.43 A-C a <sup>x</sup>	1.93±0.12 BC a <sup>x</sup>	0.044	6.33±0.26 A-C a
P değ.		0.0001	0.0611	0.0244		0.0045
0	+	1.21±0.07 D a <sup>x</sup>	1.09±0.08 DE ab <sup>xy</sup>	1.12±0.34 F c <sup>y</sup>	0.180	3.42±0.30 E b
1	+	1.41±0.16 D a <sup>x</sup>	1.14±0.15 DE b <sup>x</sup>	1.47±0.24 C-F c <sup>x</sup>	0.158	4.03±0.25 FG b
10	+	1.29±0.09 D a <sup>x</sup>	1.51±0.26 B-E a <sup>x</sup>	1.43±0.23 D-F c <sup>y</sup>	0.068	4.24±0.32 FG b
20	+	1.67±0.40 D a <sup>x</sup>	1.33±0.14 C-E ab <sup>y</sup>	1.45±0.26 C-F c <sup>y</sup>	0.033	4.46±0.30 EF b
30	+	1.63±0.10 D a <sup>x</sup>	1.65±0.08 B-E a <sup>x</sup>	2.02±0.34 B b <sup>x</sup>	0.372	5.30±0.24 D-E a
40	+	1.63±0.42 D a <sup>y</sup>	1.37±0.22 B-E ab <sup>y</sup>	2.70±0.24 A a <sup>x</sup>	0.614	5.71±0.36 B-D a
P değ.		0.4367	0.0631	0.0002		0.0001
T.U.İ. P değ.(0.05)		0.0000	0.0028	0.0000		0.0000

Aynı sütunda farklı büyük harf alan (tüm uygulamalar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı sütunda farklı küçük harf alan (kontrol ve üşüme uygulanmış) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı satırdaki <sup>x</sup>, <sup>y</sup> ve <sup>z</sup> harfleri alan (organlar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ) Uyg: Uygulama, TUİP değ.: Tüm uygulamalar için P değeri, -: Optimal koşullar (Üşüme stresi yok), + Üşüme stresi uygulanmış.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin kök, gövde ve yapraklarında Cu miktarı bakımından istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin kök kısımlarındaki Cu miktarlarında optimal koşullarda yetişen bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin kök kısımlarındaki Cu miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmıştır. Bu gruptaki 20  $\mu\text{M}$  Melatonin uygulanan bitkilerin köklerinde en yüksek Cu miktarı ölçülmüştür. Üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerinde ise istatistiki olarak önemli farklılıkların olmadığı en düşük Cu miktarı 0  $\mu\text{M}$  melatonin uygulaması yapılmış bitkilerde ölçülmüştür.

Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin gövde kısımlarındaki Cu miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin gövde kısımlarındaki Cu miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken melatonin uygulanmayan (0  $\mu\text{M}$ ) bitkilerin gövdelerinde en düşük Cu miktarı ölçülmüştür. Üşüme stresine maruz kalan bitkilerin gövde Cu miktarlarında istatikselsel bir fark oluşmamıştır. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin gövde kısımlarında en düşük Cu miktarı 0  $\mu\text{M}$  melatonin uygulamalarında ölçülmüştür. Bu gruptaki bitkilerin gövde Cu miktarlarında 30  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullarda yetişen (kontrol) ve 0, 1, 10, 20  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanan bitkilerin yaprak kısımlarındaki Cu miktarlarında yine aynı doz melatonin ve üşüme stresi uygulanmış bitkilere göre önemli farklılığın olmadığı fakat 30, 40  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanan bitkilerin yapraklarındaki Cu miktarının arttığı dikkati çekmektedir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin yaprak kısımlarındaki Cu miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken melatonin uygulanmayan (0  $\mu\text{M}$ ) bitkilerin yapraklarında en düşük Cu miktarı ölçülmüştür. Aynı grupta melatonin diğer dozlarında istatikselsel bir fark oluşmamıştır. Bu gruptaki bitkilerin en yüksek yaprak Cu miktarları ise 40  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fideler toplam Cu miktarı bakımından karşılaştırıldığında; bitkilerin toplam Cu miktarında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin toplam Cu miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir.

## **2.2. Kök, gövde ve yapraklarda Fe iyonu miktarında meydana gelen değişimler**

Tablo 2'de hıyar fidelerine yapılan farklı dozlarda melatonin uygulamalarının bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki değişimleri ile bitkilerin toplam demir miktarları verilmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerindeki Fe miktarında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin kök kısımlarındaki Fe miktarlarında optimal koşullarda yetişen melatonin uygulanmış bitkilere göre önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin kök kısımlarındaki Fe miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmıştır. Bu gruptaki 20  $\mu\text{M}$  Melatonin uygulanan bitkilerin köklerinde en yüksek Fe miktarı ölçülmüştür. Üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerinde ise istatistiki olarak önemli farklılıkların olmadığı en düşük Fe miktarı 9  $\mu\text{M}$  melatonin uygulaması yapılmış bitkilerde ölçülmüştür.



**Tablo 2:** Hıyar Fidelerine Yapılan Melatonin Uygulamalarının Kök, Gövde, Yapraklarda Ve Toplam Fe İyonu Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Uygulama	Üşüm e Stresi	Kök	Gövde	Yaprak	P değ.	Toplam Fe iyonu
0	-	6.12±0.73 E b <sup>y</sup>	4.94±0.5 C c <sup>z</sup>	9.77±0.24 E b <sup>x</sup>	0.002	20.83±0.86 G c
1	-	7.23±1.18 DE ab <sup>y</sup>	6.41±0.55 B-C a-c <sup>y</sup>	10.57±0.26 D b <sup>x</sup>	0.003	24.22±1.84 F b
10	-	9.27±2.74 B-D ab <sup>x</sup>	5.41±0.52 C bc <sup>y</sup>	10.39±0.26 DE b <sup>x</sup>	0.044	25.07±2.00 EF b
20	-	10.27±2.18 A-C a <sup>x</sup>	7.45±2.06 A-B ab <sup>x</sup>	10.97±0.81 DE b <sup>x</sup>	0.002	28.70±2.53 DE a
30	-	9.26±1.00 B-D ab <sup>x</sup>	8.87±1.81 A a <sup>x</sup>	10.89±0.75 DE b <sup>x</sup>	0.000	29.03±1.63 DE a
40	-	9.25±0.79 B-D ab <sup>y</sup>	8.29±1.35 A a <sup>y</sup>	13.21±1.81 C a <sup>x</sup>	0.000	30.76±0.56 CD a
P değ.		0.0708	0.0173	0.0085		0.0001
0	+	10.63±0.89 A-C a <sup>x</sup>	6.16±0.38 BC b <sup>y</sup>	10.84±0.57 DE c <sup>x</sup>	0.001	27.63±0.87 EF c
1	+	9.03±0.94 C-D b <sup>y</sup>	5.16±0.94 C b <sup>z</sup>	11.55±0.55 DE c <sup>x</sup>	0.013	25.74±2.08 C c
10	+	10.86±0.84 A-C a <sup>y</sup>	8.89±0.92 A a <sup>y</sup>	13.71±1.37 BC b <sup>x</sup>	0.217	33.47±1.26 AB ab
20	+	11.81±0.39 A a <sup>y</sup>	8.80±0.48 A a <sup>z</sup>	13.95±0.92 BC b <sup>x</sup>	0.129	34.56±1.20 AB a
30	+	11.59±0.34 AB a <sup>y</sup>	5.08±0.53 C b <sup>z</sup>	15.19±0.28 B b <sup>x</sup>	0.235	31.87±0.49 BC b
40	+	11.59±0.62 AB a <sup>y</sup>	6.04±1.07 BC b <sup>z</sup>	17.65±0.93 A a <sup>x</sup>	0.008	35.29±1.36 A a
P değ.		0.0044	0.0001	0.0000		0.0000
T.U.İ. P değ. <sub>(0.05)</sub>		0.0000	0.0000	0.0000		0.0000

Aynı sütunda farklı büyük harf alan (tüm uygulamalar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı sütunda farklı küçük harf alan (kontrol ve üşüme uygulanmış) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı satırdaki <sup>x</sup>, <sup>y</sup> ve <sup>z</sup> harfleri alan (organlar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ) Uyg: Uygulama, TUİP değ.: Tüm uygulamalar için P değeri,-: Optimal koşullar (Üşüme stresi yok),+ Üşüme stresi uygulanmış.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin gövdelerinde Fe miktarında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin gövde kısımlarındaki Fe miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre 1, 30, 40  $\mu$ M melatonin uygulanmış fidelerde düşüşlerin olduğu görülürken 0, 10, 20  $\mu$ M melatonin uygulamalarında kısmi artışların olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin gövde kısımlarındaki Fe miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken

melatonin uygulanmayan (0  $\mu\text{M}$ ) bitkilerin gövdelerinde en düşük Fe miktarı ölçülmüştür. Üşüme stresine maruz kalan melatonin diğer dozlarında istatistiksel bir fark oluşmamıştır. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin gövde kısımlarında en düşük Fe miktarı 30  $\mu\text{M}$  melatonin uygulamalarında ölçülmüştür. Bu gruptaki bitkilerin gövde Fe miktarlarında 10  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere uygulanan melatonin dozları karşılaştırıldığında stres ve normal koşullardaki melatonin uygulamasında bitkilerin yapraklarındaki Fe miktarında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin yaprak kısımlarında en düşük Fe miktarı 0  $\mu\text{M}$  melatonin uygulamalarında ölçülmüştür. Bu gruptaki bitkilerin yaprak Fe miktarları 40  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere uygulanan melatonin dozları toplam Fe miktarı bakımından karşılaştırıldığında; stres ve normal koşullardaki melatonin uygulamasında bitkilerin toplam Fe miktarında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin toplam Fe miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli artışların olduğu belirlenmiştir.

### 2.3. Kök, gövde ve yapraklarda Mn iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Tablo 3.' de hıyar fidelerine yapılan farklı dozlarda melatonin uygulamalarının bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki değişimleri ile bitkilerin toplam bakır miktarları verilmiştir.

**Tablo 3:** Hıyar Fidelerine Yapılan Melatonin Uygulamalarının Kök, Gövde, Yapraklarda Ve Toplam Mn İyonu Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Uyg.	Üşüme Stresi	Kök	Gövde	Yaprak	P değ.	Toplam iyon
0	-	3.69±1.20 AB a <sup>y</sup>	3.68±0.58 BC ab <sup>y</sup>	9.02±2.07 B b <sup>x</sup>	0.000	16.40±2.88 A-C ab
1	-	2.78±0.51 B a <sup>y</sup>	3.69±0.24 BC ab <sup>y</sup>	8.82±1.42 B b <sup>x</sup>	0.008	15.30±1.20 BC ab
10	-	2.87±3.37 B a <sup>y</sup>	3.43±0.17 C b <sup>y</sup>	8.35±1.36 B b <sup>x</sup>	0.000	14.65±1.49 B b
20	-	2.91±0.22 B a <sup>y</sup>	4.43±0.42 AB a <sup>y</sup>	12.3±2.67 A a <sup>x</sup>	0.001	19.64±2.44 A a
30	-	2.86±0.13 B a <sup>z</sup>	4.48±0.62 A a <sup>y</sup>	10.19±0.16 AB ab <sup>x</sup>	0.013	17.54±0.5A-C ab
40	-	5.38±4.05 A a <sup>xy</sup>	3.96±0.02 A-C ab <sup>y</sup>	9.37±0.99 B ab <sup>x</sup>	0.000	18.71±3.42 AB ab
P değ.		0.4473	0.0438	0.1181		0.1125
0	+	2.95±0.22 B a <sup>y</sup>	3.37±0.26 C a <sup>y</sup>	10.24±0.67 AB a <sup>x</sup>	0.055	16.57±0.52 A-C a
1	+	2.50±0.56 B a <sup>y</sup>	3.69±0.33 BC a <sup>y</sup>	9.72±2.03 AB a <sup>x</sup>	0.003	15.92±1.75 BC a
10	+	2.53±0.39 B a <sup>y</sup>	3.36±0.41 C a <sup>y</sup>	8.76±0.81 B a <sup>x</sup>	0.003	14.66±0.99 B a
20	+	2.98±0.47 B a <sup>y</sup>	3.48±0.45 C a <sup>y</sup>	9.09±0.98 B a <sup>x</sup>	0.007	15.56±1.31 BC a
30	+	3.42±0.93 AB a <sup>y</sup>	3.93±0.24 A-C a <sup>y</sup>	8.73±1.48 B a <sup>x</sup>	0.000	16.08±2.02 BC a
40	+	2.73±0.32 B a <sup>y</sup>	3.66±0.62 BC a <sup>y</sup>	10.36±0.67 AB a <sup>x</sup>	0.067	16.76±0.85 A-C a
P değ.		0.3576	0.5253	0.4263		0.4865
T.U.İ. P değ.(0.05)		0.4024	0.0282	0.1419		0.0687

Aynı sütunda farklı büyük harf alan (tüm uygulamalar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı sütunda farklı küçük harf alan (kontrol ve üşüme uygulanmış) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı satırdaki <sup>x</sup>, <sup>y</sup> ve <sup>z</sup> harfleri alan (organlar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ) Uyg: Uygulama, TUİP değ.: Tüm uygulamalar için P değeri,-: Optimal koşullar (Üşüme stresi yok),+ Üşüme stresi uygulanmış

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerindeki Mn miktarında (optimal koşullarda yetişen 40  $\mu$ M melatonin uygulan bitkiler hariç) istatistiki farklılıklar

önemli bulunmamıştır. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin kök kısımlarındaki Mn miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin kök kısımlarındaki Mn miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır.. Bu gruptaki 40  $\mu\text{M}$  Melatonin uygulanan bitkilerin köklerinde en yüksek Mn miktarı ölçülmüştür. Üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerinde ise en düşük Mn miktarı 1  $\mu\text{M}$  melatonin uygulaması yapılmış bitkilerde ölçülmüştür. Bu gruptaki bitkilerin kök Mn miktarlarında 30  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere gövdelerindeki Mn miktarında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin gövde kısımlarındaki Mn miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu fakat 1ve 10  $\mu\text{M}$  doz uygulanan bitki gövdesinde bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin gövde kısımlarındaki Mn miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken, 10  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanan bitkilerin gövdelerinde en düşük Mn miktarı ölçülmüştür. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin gövde kısımlarında artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin gövde kısımlarındaki Mn miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken en düşük Mn miktarı

1  $\mu\text{M}$  melatonin uygulamalarında, en yüksek Mn miktarı 30  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin yapraklarındaki Mn miktarında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Optimal koşullarda yetişen (kontrol) ve 0, 1, 10 ve 40  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanan bitkilerin yaprak kısımlarındaki Mn miktarlarında yine aynı dozlarda melatonin ve üşüme stresi uygulanmış bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu fakat 30, 20  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanan bitkilerin yapraklarındaki Mn miktarının arttığı dikkati çekmektedir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin yaprak kısımlarındaki Mn miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken 10  $\mu\text{M}$  bitkilerin gövdelerinde en düşük Mn miktarı ölçülmüştür. Aynı grupta melatonin diğer dozlarında istatikselsel bir fark oluşmamıştır. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin yaprak kısımlarında en düşük Mn miktarı 30  $\mu\text{M}$ , en yüksek Mn miktarı ise 40  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde belirlenmiş olup istatikselsel bir fark oluşmamıştır.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere uygulanan melatonin dozları toplam Mn miktarı bakımından karşılaştırıldığında; stres ve normal koşullardaki melatonin uygulamasında bitkilerin toplam Mn miktarında istatistiki olarak önemli farklılıkların olmadığı görülürken üşüme stresi uygulanan bitkilerden 20  $\mu\text{M}$  melatonin uygulamasındaki düşüş dikkat çekmektedir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan

dozlarda uygulanan melatonin fidelerin toplam Mn miktarında farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

## 2.4. Kök, gövde ve yapraklarda Zn iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Tablo 4. de hıyar fidelerine yapılan farklı dozlarda melatonin uygulamalarının bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki değişimleri ile bitkilerin toplam çinko miktarları verilmiştir.

**Tablo 4:** Hıyar Fidelerine Yapılan Melatonin Uygulamalarının Kök, Gövde, Yapraklarda Ve Toplam Zn İyonu Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Uyg.	Üşüme Stresi	Kök	Gövde	Yaprak	P değ.	Toplam iyon
0	-	6.45±1.91 BC ab <sup>y</sup>	5.25±0.65 AB ab <sup>y</sup>	9.88±0.78 E c <sup>x</sup>	0.006	20.59±1.77 E b
1	-	6.61±2.07 BC ab <sup>x</sup>	6.39±1.62 AB b <sup>x</sup>	11.41±1.21 DE bc <sup>x</sup>	0.010	21.41±3.07 E b
10	-	5.08±0.42 C b <sup>y</sup>	6.62±2.15 A a <sup>y</sup>	11.50±1.35 C-E bc <sup>x</sup>	0.019	23.18±1.63 DE bc
20	-	6.54±2.09 BC ab <sup>y</sup>	6.25±0.90 AB ab <sup>y</sup>	12.23±0.43 BD b <sup>x</sup>	0.004	23.03±0.79 DE bc
30	-	6.03±0.67 BC ab <sup>y</sup>	6.41±0.75 AB a <sup>y</sup>	14.02±0.66 AB a <sup>x</sup>	0.002	26.47±1.47 BD ab
40	-	9.41±3.61 AB a <sup>y</sup>	6.12±0.39 AB a <sup>y</sup>	15.29±1.16 A a <sup>x</sup>	0.008	30.74±4.79 BC a
P değ.		0.2769	0.0338	0.0003		0.0045
0	+	7.96±0.81 BC b <sup>y</sup>	4.80±0.67 A-C b <sup>z</sup>	13.47±2.02 A-D ab <sup>x</sup>	0.044	26.24±1.81 CD b
1	+	9.44±1.94 AB ab <sup>y</sup>	5.41±0.32 AB b <sup>z</sup>	12.33±0.20 B-D b <sup>x</sup>	0.605	27.19±2.28 B-D b
10	+	9.23±1.09 AB ab <sup>x</sup>	5.38±0.78 AB b <sup>y</sup>	11.57±1.48 C-E b <sup>x</sup>	0.041	26.12±2.26 CD b
20	+	8.67±1.45 AB b <sup>y</sup>	5.21±0.89 AB b <sup>z</sup>	13.59±1.21 A-D ab <sup>x</sup>	0.009	27.49±1.50 B-D b
30	+	9.43±1.16 y AB ab <sup>y</sup>	5.44±0.28 AB b <sup>z</sup>	13.70±1.32 A-C ab <sup>x</sup>	0.000	28.58±2.69 BC b
40	+	11.97±2.21 A a <sup>y</sup>	5.67±0.17 AB a <sup>z</sup>	15.20±0.97 A a <sup>x</sup>	0.066	33.93±1.42 A a
P değ.		0.1033	0.0410	0.0621		0.0050
T.U.İ. P değ. <sub>(0.05)</sub>		0.0052	0.0073	0.0001		0.0000

Aynı sütunda farklı büyük harf alan (tüm uygulamalar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı sütunda farklı küçük harf alan (kontrol ve üşüme uygulanmış) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ). Aynı satırdaki <sup>x</sup>, <sup>y</sup> ve <sup>z</sup> harfleri alan (organlar) ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.05$ ) Uyg: Uygulama, TUİP değ.: Tüm uygulamalar için P değeri,-: Optimal koşullar (Üşüme stresi yok),+ Üşüme stresi uygulanmış

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerinde Mn miktarında istatistiki olarak farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin kök kısımlarındaki Zn miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır. Bu gruptaki 40  $\mu\text{M}$  Melatonin uygulanan bitkilerin köklerinde en yüksek Zn miktarı ölçülmüştür. Üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin köklerinde ise en düşük Zn miktarı 0  $\mu\text{M}$  melatonin uygulaması yapılmış bitkilerde ölçülmüştür. . Bu gruptaki bitkilerin kök Zn miktarlarında 40  $\mu\text{M}$  melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere uygulanan melatonin dozları karşılaştırıldığında stres ve normal koşullardaki melatonin uygulamasında bitkilerin gövdelerindeki Zn miktarında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanan bitkilerin gövde kısımlarındaki Zn miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin gövde kısımlarındaki Zn miktarlarında istatistiki bir farklılık yaratmazken melatonin uygulanmayan (0  $\mu\text{M}$ ) bitkilerin gövdelerinde en düşük Zn miktarı ölçülmüştür. Aynı grupta melatonin diğer dozlarında istatikselsel bir fark oluşmamıştır. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin gövde kısımlarında en düşük Zn miktarı 0  $\mu\text{M}$  melatonin uygulamalarında ölçülmüştür. Bu gruptaki bitkilerin gövde

Zn miktarlarında 40  $\mu$ M melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere uygulanan melatonin dozları karşılaştırıldığında stres ve normal koşullardaki melatonin uygulamasında bitkilerin yapraklarındaki Zn miktarında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Optimal koşullarda yetişen (kontrol) ve 0, 1, 10, 20  $\mu$ M melatonin uygulanan bitkilerin yaprak kısımlarındaki Zn miktarlarında yine aynı doz uygulanmış ve üşüme stresi uygulanmış bitkilere göre önemli düşüşlerin olduğu fakat 30, 40  $\mu$ M melatonin uygulanan bitkilerin yapraklarındaki Zn miktarının arttığı dikkati çekmektedir. Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin dozu arttıkça fidelerin yaprak kısımlarındaki Zn miktarı artmıştır ve istatistiki bir farklılık yaratmıştır. Melatonin uygulanmayan (0  $\mu$ M) bitkilerin yapraklarında en düşük Zn miktarı ölçülmüştür. Yine üşüme stresine maruz kalan bitkilerin yaprak kısımlarında en düşük Zn miktarı 0  $\mu$ M melatonin uygulamalarında ölçülmüştür. Bu gruptaki bitkilerin yaprak Zn miktarlarında 40  $\mu$ M melatonin uygulanmış fidelerde en yüksek miktarda belirlenmiştir.

Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelere uygulanan melatonin dozları toplam Zn miktarı bakımından karşılaştırıldığında; stres ve normal koşullardaki melatonin uygulamasında bitkilerin toplam Zn miktarında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin



toplam Zn miktarlarında optimal koşullarda yetişen (kontrol) bitkilere göre önemli artışların olduğu belirlenmiştir.

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitkilerde melatonin uygulamalarının besin elementi alımına etkisi, yapılan araştırmalara göre çeşitli şekillerde gözlemlenmiştir. Melatonin, bitkilerde çeşitli fizyolojik süreçleri etkileyebilir ve bu, bitkilerin besin elementi alımını da doğrudan etkileyebilir. Özellikle, melatonin uygulamaları, köklerin besin elementlerini daha etkin bir şekilde almasını sağlayabilir. Bu, bitkilerde büyüme ve verim artışını teşvik edebilir. Araştırmalar, melatoninin köklerin besin maddelerini alım kapasitesini arttırabileceğini göstermektedir (Posmyk ve ark., 2008; 2009; Zhao ve ark., 2011).

Bitkiler stres altındayken (örneğin, kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık gibi durumlarla karşılaştıklarında) melatonin uygulamaları, bitkilerin besin maddelerinin alımını iyileştirebilir. Stres koşulları altında bitkiler, besin elementlerini daha verimli bir şekilde kullanmaya çalışır ve melatonin bu süreçleri düzenleyebilir (Tan ve ark.,2012). Melatonin, bitkilerdeki hormon düzeylerini de etkileyebilir. Özellikle, auxin, gibberellin gibi büyüme hormonlarının düzeyleri melatoninle değişebilir. Bu hormonlar, köklerin besin maddeleri alımı ve genel büyüme süreçleri üzerinde etkilidir (Hernandez-Ruiz ve ark., 2004; Rodriguez ve ark., 2004; Lee ve ark., 2015; Afreen ve ark., 2006; Arnao ve Hernández-Ruiz., 2007; Chen ve ark., 2003). Melatonin, bitkilerin antioksidan savunma sistemlerini güçlendirebilir ve bu da besin

elementlerinin etkin kullanımını destekler. Güçlü bir savunma mekanizması, bitkilerin besin elementlerine daha iyi erişmesini sağlayarak büyümelerini optimize eder. (Tan ve ark., 2012; Kładna ve ark., 2003; Rodriguez ve ark., 2004; Lee ve ark., 2015).

Togay ve ark. (2016)' nın farklı bezelye çeşitlerinin soğuğa dayanım durumlarını araştırdıkları çalışmada, makro ve mikro element birikimi açısından, kontrol bitkileri göz önüne alındığında, Mn, Mg, Cu mikro elementlerinin birikimine düşük sıcaklık uygulamasının etkisi gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Fe ve Zn birikimlerinde yaklaşık on kat azalma olduğunu, ayrıca, kontrol bitkileri dikkate alınarak bitkilerin K ve Ca birikiminde bir değişiklik olmadığını gözlemlenmiştir. Yaptığımız çalışmada ise melatonin uygulamalarının özellikle toplam Fe, Zn, gibi elementlerin alımına olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresine tabi tutulmuş fidelere melatonin uygulamalarının üşüme stresine dayanımda önemli etkisi bulunan besin elementlerinin (Fe, Zn) alımı üzerine olumlu etkisinin olduğu kanaatine varılmıştır.

Melatonin uygulamaları mikro besin elementlerinin emilimini ve biyoyararlanımını dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Melatonin uygulamaları, bitkilerin besin elementlerini alımını artırabilir ve bu da büyüme, verim üzerinde olumlu etkiler yaratabilmektedir. Ancak, bu etkilerin türü ve derecesi, bitki türüne, çevresel koşullara ve uygulanan melatonin dozajına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Melatoninin bitkiler üzerindeki genel etkisi, hâlâ araştırılmakta olan bir alan olup, bu konuda yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bitkilerde

melatoninin potansiyel uygulamaları daha geniş araştırmalarla netlik kazanacaktır.

## KAYNAKÇA

- Afreen, F., Zobayed, S.M., & Kozai, T. (2006). Melatonin in *Glycyrrhiza uralensis*: response of plant roots to spectral quality of light and UV-B radiation. *Journal of Pineal Research*, 41: 108–115.
- Aghdam, M.S., Luo, Z., Jannatizadeh, A., Sheikh-Assadi, M., Sharafi, Y., Farmani, B., & Razavi, F. (2019). Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12, giving rise to promoting endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity. *Food Chemistry*, 275, 549–556.
- Arnao, M.B., & Hernandez-Ruiz, J. (2007). Melatonin promotes adventitious- and lateral root regeneration in etiolated hypocotyls of *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research*, 42: 147–152.
- Arnao, M.B., & Hernández, R.J. (2014). Melatonin: Plant growth regulator and/or biostimulator during stress. *Trends in Plant Science*, 19, 789–97.
- Arnao, M. B., & Hernández, R. J. (2020). Melatonin in flowering, fruit set and fruit ripening. *Trends in Plant Science*, 33, 77–87.
- Bhardwaj, R., Pareek, S., González-Aguilar, G.A., & Domínguez-Avila, J.A. (2021). Changes in the activity of proline-metabolising enzymes are associated with increased cultivar-dependent chilling tolerance in mangos in response to pre-storage melatonin application. *Postharvest Biology and Technology*, 182, 111702.
- Cao, S., Bian, K., Shi, L., Chung, H.H., Chen, W., Yang, Z. (2018). Role of melatonin in cell-wall disassembly and chilling tolerance in cold-stored peach fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 5663–5670.
- Chen, G., Huo, Y., Tan, D.X., Liang, Z., Zhang, W., & Zhang, Y. (2003). Melatonin in Chinese Medicinal Herbs. *Life Sciences*, 73: 19–26.
- Hernandez-Ruiz, J., Cano, A., & Arnao, M.B. (2004). Melatonin: Growth-Stimulating Compound Present in Lupin Tissues. *Planta*, 220: 140–144.
- Jannatizadeh, A. (2019). Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 246, 544–549.

- Kacar, B. (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları: 3, Ankara,703s.
- Kong, X.M., Ge, W.Y., Wei, B.D., Zhou, Q., Zhou, X., Zhao, Y.B., & Ji, S. J. (2020). Melatonin ameliorates chilling injury in green bell peppers during storage by regulating membrane lipid metabolism and antioxidant capacity. *Postharvest Biology and Technology*, 170, 111315.
- Korkmaz, A., Değer, Ö., & Cuci, Y. (2014). Profiling the Melatonin Content in Organs of the Pepper Plant during Different Growth Stages. *Scientia Horticulturae*, 172: 242–247.
- Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocaçınar, F., & Yakup, G. (2016). Biber Fidelerinde Yapıktan Yapılan Melatonin Uygulamalarıyla Üşüme Stresine Karşı Toleransın Arttırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3): 348-354.
- Lee, H.Y., Byeon, Y., Tan, D.X., Reiter, R.J., & Back, K. (2015). Arabidopsis Serotonin Nacetyltransferase knockout mutant plants exhibit decreased melatonin and salicylic acid resulting in susceptibility to an avirulent pathogen. *Journal of Pineal Research*, 58: 291–299
- Li, X., Wei, J. P., Scott, E. R., Liu, J. W., Guo, S., Li, Y., ... & Han, W. Y. (2018). Exogenous melatonin alleviates cold stress by promoting antioxidant defense and redox homeostasis in *Camellia sinensis* L. *Molecules*, 23(1), 165.
- Liu, J., Wang, W., Wang, L., & Sun, Y. (2015). Exogenous Melatonin improves Seedling Health Index and Drought Tolerance in Tomato. *Plant Growth Regulation*, 77: 317–326.
- Liu , J., Sun, J., Pan, Y., Yun, Z., Zhang, Z., Jiang, G., & Jiang, Y. (2021). Endogenous melatonin generation plays a positive role in chilling tolerance in relation to redox homeostasis in litchi fruit during refrigeration. *Postharvest Biology and Technology*, 178, 111554.
- Medina-Santamarina, J., Zapata, P.J., Valverde, J.M., Valero, D., Serrano, M., & Guillén, F. (2021). Melatonin treatment of apricot trees leads to maintaining

- fruit quality attributes during storage at chilling and non-chilling temperatures. *Agronomy*, 11, 917.
- Posmyk, M.M., Kuran, H., Marciniak, K., & Janas, K.M. (2008). Presowing Seed Treatment With Melatonin Protects Red Cabbage Seedlings Against Toxic Copper Ion Concentrations. *Journal of Pineal Research*, 45: 24–31.
- Posmyk, M.M., & Janas, K.M. (2009)e. Melatonin in Plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31: 1–11.
- Rodriguez, C., Mayo, J.C., Sainz, R.M., Antolin, I., Herrera, F., Martin, V., & Reiter, R.J. (2004). Regulation of antioxidant enzymes: a significant role for melatonin. *Journal Pineal Resarch*.36:1–9
- Taleisnik, E., Peyran, G., & Arias, C. (1997). Respose of Chlorisgayana Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. *Tropical Grassland*.,31: 232-240
- Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales-Corral, S., & Reiter, R.J. (2012). Functional Roles of Melatonin in Plants, and Perspectives in Nutritional and Agricultural Science. *Journal of Experimental Botany*, 63 (2) : 577- 597
- Togay, Y., Yaşar, F., Togay, N., Yıldırım, B., & Uzal, O. (2016) Determination of physiological\nd biochemical reactions of different pea varieties and lines under chilling stress . *Oxidation Communications* 38(4):3098-3107.
- Xu, S.C., Li, Y.P., Hu, J., Guan, Y.J., Ma, W.G., Zheng, Y.Y., & Zhu, S.J. 2010. Responses of Antioxidant Enzymes to Chilling Stress in Tobacco Seedlings. *Agricultural Sciences in China*, 9: 1594-1601.
- Wang, S.Y., Shi, X.C., Wang, R., Wang, H.L., Liu, F., & Laborda, P. (2020). Melatonin in fruit production and postharvest preservation: A review. *Food Chemistry*, 320, 126642.
- Zhao, Y., Qi, L.W., Wang, W.M., Saxena, P.K., & Liu, C.Z. (2011). Melatonin improves the survival of cryopreserved callus of *Rhodiola crenulata*. *Journal of Pineal Research*, 50: 83–88.





**ISBN: 978-625-378-031-9**