

## Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Tuz Stresi Altındaki Kabak Bitkilerine PGPR ve Deniz Yosunu Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Yadigar Leyla DOĞAN<sup>1\*</sup>, Özlem ALTUNTAŞ<sup>1</sup>, Fikret YAŞAR<sup>2</sup>, Özlem ÜZAL<sup>2</sup>, Soner ÖNDER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van/TÜRKİYE

Alınış tarihi: 12 Mart 2024, Kabul tarihi: 28 Mayıs 2024

Sorumlu yazar: Yadigar Leyla DOĞAN, e-posta: 36203622004@ozal.edu.tr

### Öz

**Amaç:** Tuz stresi, tarımsal üretimin önemli bir sınırlayıcı faktörü olup, bitkisel üretimin verim ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Tuz stresinin olumsuz etkileri ile mücadele etmek amacıyla, alternatif yöntemlerin araştırılması ve geliştirilmesi, sürdürülebilir bitkisel üretim stratejilerinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Fizyoloji Laboratuvarında yürütülen bu çalışmada, tuz stresine orta derecede tolerans gösteren yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) bitkilerinin tuz stresine toleransını artırma amacıyla alternatif yöntemlerin etkinliği değerlendirilmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma,  $\pm 23^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %60-70 nem koşullarında, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık döngüsü altında kontrollü iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma iki temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, farklı tuz konsantrasyonlarının (100, 125 ve 150 mM NaCl) bitki üzerindeki etkileri değerlendirilmiş, 100 mM NaCl konsantrasyonunun bitkiler üzerinde orta derecede bir etki oluşturduğu belirlenmiştir. İkinci aşamada, seçilen 100 mM NaCl konsantrasyonuna ek olarak, yararlı bakteriler (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özütü içeren çeşitli yöntemlerin bitki gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar hem içirme hem de kök daldırma yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Hidroponik ortamda gerçekleştirilen çalışmada, bitkilerin vejetatif gelişimine ait parametreler (yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), kök ağırlığı (g), gövde ağırlığı (g), toplam bitki ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), gövde uzunluğu (cm), gövde çapı (mm) ve boğum arası uzunluk (mm)) incelenmiştir.

**Bulgular:** Elde edilen bulgular, tuz stresi koşulları altında yetiştirilen bitkilerde yararlı bakterilerin (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum* ve *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özünün kullanılmasının, tuz stresinin olumsuz etkilerini kısmen hafiflettiğini göstermiştir.

**Sonuç:** Yapılan çalışma tuz stresinin olumsuz etkilerinin üstesinden gelmek için yenilikçi ve etkili stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler;** *Cucurbita pepo* L, Tuz stresi, Verim, Kalite, PGPR

### Effects of PGPR and Seaweed Applications on Plant Development on Salt Stressed Zucchini Plants Grown in Hydroponic Environment

#### Abstract

**Objective:** Salt stress is an important limiting factor of agricultural production and creates negative effects on the yield and quality of crop production. In order to combat the negative effects, research and development of alternative methods have become an important part of sustainable crop production strategies. In this study conducted at the Horticulture Physiology Laboratory of Van Yüzüncü Yıl University Faculty of Agriculture, the effectiveness of alternative methods was evaluated to increase the salt stress tolerance of summer squash (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) plants, which are moderately tolerant to salt stress.

**Materials and Methods:** The research was carried out in a controlled climate chamber under  $\pm 23^{\circ}\text{C}$  temperature and 60-70% humidity conditions, under

a 16-hour light and 8-hour dark cycle. The research consists of two basic stages. In the first stage, the effects of different salt concentrations (100, 125 and 150 mM NaCl) on the plant were evaluated, and it was determined that 100 mM NaCl concentration had a moderate effect on the plants. In the second stage, in addition to the selected 100 mM NaCl concentration, the effects of various methods containing beneficial bacteria (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) and seaweed extract on plant growth were investigated. Applications were applied using both immersion and root dipping methods. In the study carried out in hydroponic environment, parameters of vegetative development of plants (number of leaves (number), leaf weight (g), root weight (g), stem weight (g), total plant weight (g), root length (cm), stem length (cm), stem diameter (mm) and internode length (mm) were examined.

**Results:** The findings showed that the use of beneficial bacteria (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum* and *Bacillus subtilis*) and seaweed extract in plants grown under salt stress conditions partially alleviated the negative effects of salt stress.

**Conclusion:** It is thought that the study will contribute to the development of innovative and effective strategies to overcome the negative effects of salt stress.

**Keywords;** *Cucurbita pepo* L, Salt Stress, Yield, Quality, PGPR

## Giriş

Doğal kaynakların giderek azalması ve dünya nüfusunun hızlı yükselmesi, gıda ihtiyacına talebi artırmaktadır. Dolayısıyla bu durum tarımda yeni arayışlara yönlendirmekte ve yapılan bilimsel çalışmaların üretimde birim alandan maksimum verimi almaya yoğunlaştırmaktadır (Erdem ve ark., 2010; Uçar, 2021). Günümüzde tarımsal politikalarda ve yetiştiricilikte yapılan yanlış uygulamalar, tarım alanlarının eksilmesine ve ürün kayıplarına neden olmaktadır (Önder ve Uçar, 2021). Bitkilerin büyüme gelişimini sınırlandıran tüm etmenler stres olarak tanımlanmakta (Yaşar, 2003), bunlar içerisinde toprak tuzluluğu ise bitkisel üretimde büyük bir sorun oluşturmaktadır (Yaşar ve Üzal, 2019). Bu durum toprakta bulunan Na, Cl, SO<sub>4</sub>, CO<sub>4</sub> iyonlarından kaynaklanmaktadır. Aşırı düzeyde yapılan gübreleme, tuz oranı yüksek sulama sularının kullanımı, kurak bölgelerdeki hızlı buharlaşma ve kötü drenaj gibi etkenler toprak tuzluluğuna neden

olmaktadır. Toprak tuzluluğunun artmasıyla bitkiler topraktan yeterli miktarda suyu alamamakta ya da sudaki iyon miktarının fazla olması sonucunda alınan maddeler toksik etkide olabilmektedir. Böylece bitkilerde sararma ve kuruma, ileri aşamalarda ise verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir (Ağaoğlu ve ark., 2001; Şen, 2008). Tuza karşı orta toleranslı olan kabak (Güneş ve ark., 2010), *Cucurbitaceae* familyasında yer almaktadır. Meyveleri farklı şekillerde sebze olarak değerlendirilmektedir. Bunlar arasında yazlık kabakların (*Cucurbita pepo* L.) anavatanı Kuzey Amerika'nın ılıman bölgeleri olup taze meyveleri tüketilmektedir. Kabaklar toprak isteği bakımından çok seçici olmamakla birlikte kumlu ve çok ağır toprakları sevmemektedir. İdeal toprak pH aralığı 6-7 civarında olmalıdır. Yazlık kabakların optimum gelişme sıcaklığı 18-24 °C olup ılıman çevre koşullarını seven bir bitki olduğu bildirilmektedir (Eşiyok, 2012).

Günümüzde tuz stresi ile mücadele de tarımda farklı yaklaşımlar söz konusudur. Bunlar içerisinde yer alan PGPB (Plant-Growth Promoting Bacteria), bitkinin kök gölgesinde ya da bitki yüzeyinde kolonize olan bitki gelişimini uyarıcı ya da biyokontrol ajanı olarak bilinen, bitki gelişimini teşvik eden bakteriler olarak adlandırılmaktadır. *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine ait türler PGPB arasında yer almaktadır (Çakmakçı, 2005). Toprakta bulunan bu türler, bitki büyüme ve gelişmesini doğrudan ve dolaylı olarak teşvik etmektedir. Doğrudan etkileri; atmosferde serbest halde bulunan elementel azotun fikse edilmesi, fosforlu bileşiklerin çözülmesi, enzim ve fitohormon üretilmesi gibi etkiler sayılabilmektedir. Dolaylı etkileri ise; bitkide sistemik dayanıklılığı artırmak, patojen gelişimini baskılamak ve ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini inhibe etmek sayılabilmektedir (İmriz ve ark. 2014). Rizobakteriler, bitkilerin kökleriyle pozitif etkileşime girerek bitkilerin gelişmesini sağlamaktadır. Böylece bitkilerin topraktan besin alımını artırmakta ve kimyasal kullanımını azaltmaktadır (Seymen ve ark., 2019). Deniz yosunu özütleri ise, bitki büyümesi ve verimini artırmak amacıyla kullanılan biyostimulanlar olarak tanımlanabilir. Bu özütler, bitkisel büyümeyi teşvik eden çeşitli bileşenleri içermektedir. Deniz yosunu özütlerinin bitkilere uygulanmasıyla,

bitki büyümesi önemli ölçüde artırılabilen ve bitki hücrelerinde antioksidan üretimi artırılarak çeşitli dışsal streslere karşı tolerans geliştirilmektedir. Bu özellikler, tarımsal uygulamalarda önemli bir rol oynamaktadır (Mohammed ve ark., 2022).

Yapılan çalışmada; yazlık kabak bitkileri (*Cucurbita pepo* L. cv Sakız) için hidroponik ortamda 100 mM tuz dozunun belirlenmesi ve daha sonra bazı yararlı bakteriler (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özütü uygulanarak tuz stresine karşı etkileri incelenmiştir. Çalışma, tuz stresinin zararlı etkilerini azaltmaya yönelik yenilikçi ve etkili stratejiler geliştirme potansiyelini ortaya koymakta olup sürdürülebilir tarıma önemli katkılar sunmayı amaçlamaktadır.

### Materyal ve Metod

Çalışma, 2023 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Fizyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada tuz stresine orta derecede tolerans gösteren 'Sakız' çeşidi yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) kullanılmıştır. Bu çeşidin, adaptasyon kabiliyeti yüksek, yan dal vermeyerek dik büyüeyebilen, meyveleri silindirik şekilli, açık yeşil renkli ve erkenci özelliklere sahiptir. Ortalama hasat süresinin ise 60 gün olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2024).

Çalışmada kullanılan tohumlar, torf ve perlitin 3:1 oranında karıştırıldığı bir ortama ekilmiş ve karanlık ortamda nemlendirilmiş kağıtlar kullanılarak çimlendirilmiştir. Çimlenme süreci, kotiledon yaprakların yatay konuma gelmesi ile tamamlanmış ve ardından fideler, hidroponik yetiştirme sistemi için özel olarak hazırlanmış 3 litre kapasiteli plastik küvetlere transfer edilmiştir. Küvetler, modifiye edilmiş (N, K, Mg, S, Fe, Mn besin elementleri) Hoagland besin çözeltisi ile doldurulmuş ve her fide, köklerin besin çözeltisi ile temasını sağlamak amacıyla küçük sünger parçaları ile sarılıp plastik tablolara yerleştirilmiştir (Hoagland ve Arnon, 1938). Tablolar, bitkilerin köklerinin sürekli olarak besin çözeltisi içerisinde kalmasını sağlamak üzere küvetlerin üstüne yerleştirilmiştir. Havalandırma ise,

iki adet akvaryum pompasına bağlı ince plastik hortumlarla sağlanmıştır. İklim odasının sıcaklık ve nem koşulları sırasıyla  $\pm 23^{\circ}\text{C}$  ve %60-70 olarak belirlenmiştir. Bitkiler 16 saatlik aydınlık ve 8 saatlik karanlık döngüsüne tabi tutulmuştur.

Araştırmanın ilk aşaması bitkilerde strese neden olacak tuz dozunun belirlenmesi amacıyla, bitkiler üç gerçek yaprak evresine ulaştığında, başlangıçta 50 mM alıştırma dozu uygulanmış, ardından 100 mM, 125 mM ve 150 mM NaCl tuz dozlarına kademeli olarak artırılarak uygulama gerçekleştirilmiştir (Baktemur, 2023). Araştırmanın ikinci aşamasında tohum ekimi ve bitkilerin su kültürüne alımı ilk aşamada belirtildiği gibi yapılmıştır. 100 mM tuz stresini koşullarında bitkilere PGPR'ler (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özütü uygulanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamalar besin çözeltisine içirme ve kök daldırma yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. PGPR uygulamaları için firmaların önerileri ve ürün etiketi bilgileri dikkate alınarak dozlar, içirme yöntemi için *Arthrobacter* 2 ml/L, *Azospirillum lipoferum* 1 ml/L, *Bacillus subtilis* 1 ml/L ve deniz yosunu özütü için 4 ml/L; kök daldırma yöntemi için ise *Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum* ve *Bacillus subtilis* için 1 ml/L ve deniz yosunu özütü için 1 ml/L olarak belirlenmiştir (Anonim, 2023a,b,c,d). Hoagland çözeltisinin hazırlanmasında çözeltinin pH değeri, KOH ve HCl kullanılarak 5.80-5.85 arasında ayarlanmıştır. İçirme yöntemi direk hoagland besin çözeltisinde oranları doğrultusunda enjekte edilmiştir. Daldırma yönteminde ise bitkiler küvete alınmadan önce saf su içerisine şeker atılarak oranları doğrultusunda pgpr enjekte edilmiştir. Bununla birlikte kökler bu solüsyonda 35-40 dk bekletilmiştir. Daha sonra bitkiler küvete alınmıştır. Çalışmada besin çözeltisi için kullanılan kaynaklar Çizelge 1'de, Hoagland besin çözeltisinde kullanılan besin elementleri ve miktarları Çizelge 2'de, yararlı bakterilerin (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özütünün özellikleri ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 1. Besin çözeltisinde kullanılan kimyasal kaynaklar

Çalışmada Besin Çözeltisi İçin Kullanılan Kaynaklar	
Makro Elementler	Mikro Elementler
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> FeO <sub>7</sub> .4H <sub>2</sub> O
MgSO <sub>4</sub>	MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O
KNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	ZnCl <sub>2</sub>
	CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O

Çizelge 2. Hoagland besin çözeltisinde kullanılan besin elementleri ve miktarları (ppm)

Elementler	Miktar (ppm)
Azot (N)	176
Fosfor (P)	31
Potasyum (K)	146
Magnezyum (Mg)	24
Kalsiyum (Ca)	200
Kükürt (S)	34
Demir (Fe)	3.3
Mangan (Mn)	0.050
Bor (B)	0.457
Bakır (Cu)	0.015
Çinko (Zn)	0.055

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan yararlı bakterilerin (*arthrobacter*, *azospirillum lipoferum*, *bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özünün özellikleri

Materyal	Özellikleri
<i>Arthrobacter</i>	Atmosferik azotu dönüştürmek için bitkiler tarafından özümseyebilen ve belirli streslere karşı toleransı artıran önemli fitohormonlar, özellikle oksin (indol-3-asetik asit, IAA), sitokininler (CK'ler), abisik asit (ABA) ve gibberellinler (GA'lar) ürettiği de bilinmektedir (Zakavi ve ark., 2022).
<i>Azospirillum lipoferum</i>	<i>Azospirillum lipoferum</i> ile yapılan çalışmalarda bitki büyüme maddelerinin salgılanması ile mikrobiyal aşılama olarak kullanılması tarımda verimi önemli ölçüde iyileştirmektedir (Türkoğlu, 2019).
<i>Bacillus subtilis</i>	Bitki büyümesini artıran ve konukçu bitkilerde geniş bir patojen yelpazesi veya kuraklık, tuzluluk, ağır metaller gibi abiyotik stresler için sistemik direnci teşvik edebilen bakteri grubudur; bunun sonucunda da ürün verimliliğini artırmaktadır (Yıldız ve ark., 2022).
Deniz Yosunu Özü	Tohum çimlenmesini, kök gelişimini, yaprak kalitesini, bitki gücünü ve patojenlere karşı direnci artırmaktadır (Can, 2019).

Tuz stresinin bitki gelişiminde farklılık oluşturduğu dönemde kabak bitkilerinde yaprak sayısı (adet) ve ağırlığı (g), kök ve gövde ağırlığı (g), toplam bitki

ağırlığı (g), kök ve gövde uzunluğu (cm), gövde çapı (mm) ve boğum arası uzunluk (mm) ölçülmüştür. Çalışmada yapılan uygulamalar çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Çalışmada yapılan uygulamalar

Uygulama Kodu	Uygulama
K <sub>1</sub>	Kontrol
K <sub>2</sub>	100 mM NaCl
K <sub>3</sub>	100 mM NaCl + <i>Arthrobacter</i>
K <sub>4</sub>	100 mM NaCl + <i>Azospirillum lipoferum</i>
K <sub>5</sub>	100 mM NaCl + <i>Bacillus subtilis</i>
K <sub>6</sub>	100 mM NaCl + Deniz Yosunu Özü

## Bulgular ve Tartışma

### Kabak bitkisinde etkili tuz dozunun belirlenmesi

Tuz stresine karşı orta toleranslı olan kabak bitkilerine yararlı bakteriler ve deniz yosunu özü uygulanmadan önce bitki gelişimini sınırlandıran tuz dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla kabak bitkilerine farklı dozlarda tuz uygulanmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Etkili tuz dozunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmada: Yaprak sayısı ve gövde uzunluğu istatistiksel açıdan önemsiz, diğer tüm parametreler ise istatistiksel

açıdan önemli bulunmuştur. Artan tuz dozları ile yaprak sayısının önemsiz düzeyde azalış gösterdiği; yaprak ağırlığı, kök ağırlığı, gövde ağırlığı, toplam bitki ağırlığı ve kök uzunluğunun ise önemli düzeyde azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Gövde uzunluğunun 4.76-5.95 cm arasında değiştiği ve tuz dozlarının artışıyla kontrole (4.76 cm) kıyasla daha yüksek sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. Gövde çapında en yüksek değer 4.61 mm ile 125 mM NaCl uygulamasında, en düşük değer ise 150 mM NaCl (3.87 mm) uygulamasında saptanmıştır.

Bununla birlikte boğum arası uzunluk incelendiğinde de en yüksek değerler kontrol (3.67 mm) ve 100 mM NaCl (3.62 mm) uygulamalarında, en düşük değerlerin ise 150 mM NaCl (3.08 mm) ve 125 mM NaCl (2.92 mm) uygulamalarında ölçülmüştür. Kabak bitkilerine yapılan tuz uygulamaları sonucunda genel olarak bitki gelişiminde düşüş saptanmıştır (Çizelge 5).

Tuzlu koşullarda fotosentez miktarında azalış, solunum miktarında ise artışın olması bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir (Greenway ve Munns, 1980). Bu olumsuzluğun besin maddelerinin bitkiler tarafından alımı, taşınımı ve kullanımının engellenmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Cramer ve Nowak 1992). Ayrıca solunum

sistemlerindeki bozulmalar, tüm metabolik sistemleri etkileyerek bitkilerin fotosentez sisteminde yavaşlamaya neden olduğu ve asimilat oluşumunda azalma meydana gelmesi ile büyüme ve gelişmelerin olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir (Çakırlar ve Topçuoğlu, 1985; Yaşar 2003; Yaşar, 2007; Yaşar ve ark., 2020). Daha önce yapılmış birçok çalışmada farklı bitki türlerine uygulanan tuz dozlarının bitki gelişimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Goreta ve ark., 2008; Şen, 2008; Üzal ve Yaşar, 2016; Akat ve Altunlu, 2019; Altunlu, 2020). Dolayısıyla stres etmenlerinin bitkilerin gelişimlerini olumsuz etkilemesi, verim ve kaliteninde düşmesine neden olmaktadır (Üzal ve ark., 2020). Elde edilen bulgular, yapılmış bu çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Kabak bitkisine farklı dozlarda tuz uygulanması ile elde edilen sonuçlar

Uygulama Adı	Yaprak Sayısı (adet)	Yaprak Ağırlığı (g)	Kök Ağırlığı (g)	Gövde Ağırlığı (g)	Toplam Bitki Ağırlığı (g)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Boğum Arası Uzunluk (mm)
Kontrol	5.70	10.86 a	3.06 b	2.48 a	15.44 a	36.00 b	4.76	4.42 b	3.67 a
100 mM NaCl	5.40	9.57 b	5.10 a	2.33 a	15.95 a	37.85 a	5.21	4.38 b	3.62 a
125 mM NaCl	5.00	6.94 c	3.85 b	2.03 b	13.03 b	29.90 c	5.95	4.61 a	2.92 b
150 mM NaCl	4.50	3.86 d	1.76 c	1.21 c	6.86 c	19.30 d	5.40	3.87 c	3.08 b
<b>Ortalama</b>	<b>5.15</b>	<b>7.81</b>	<b>3.44</b>	<b>2.01</b>	<b>12.82</b>	<b>30.76</b>	<b>5.33</b>	<b>4.32</b>	<b>3.32</b>
<b>LSD (0.05)</b>	<b>ö.d.</b>	<b>0.64***</b>	<b>0.97***</b>	<b>0.17***</b>	<b>0.95***</b>	<b>1.67***</b>	<b>ö.d.</b>	<b>0.15***</b>	<b>0.21***</b>

(p<0.001:\*\*\* ö.d.: önemli değil)

### Kabak bitkisine yararlı bakterilerin ve deniz yosununun etkileri

Yapılan çalışmada elde edilen bulgulara göre tuz dozu olarak 100 mM NaCl belirlenmiştir. Yaprak sayısı; içirme yöntemi ile istatistiksel açıdan %5 düzeyinde, kök daldırma yöntemi ile %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla yaprak sayısı K<sub>2</sub> (6.80 adet) ve K<sub>1</sub> (6.40 adet),

en düşük yaprak sayısı ise 5.40 adet ile K<sub>3</sub> ve K<sub>6</sub> uygulamalarında saptanmıştır. Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda ise en fazla yaprak sayısı K<sub>1</sub> (6.20 adet), en düşük yaprak sayısı ise 3.20 adet ile K<sub>2</sub> uygulamalarında belirlenmiştir. Ortalama yaprak sayısı istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntem, içirme yönteminde (6.03 adet) saptanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Kabak bitkisine uygulanan farklı yararlı bakterilerin ve deniz yosunu özünün yaprak sayısı (adet) ve yaprak ağırlığına (g) etkisi

Uygulama Adı	Yaprak Sayısı (adet)		Yaprak Ağırlığı (g)	
	İçirme	Kök Daldırma	İçirme	Kök Daldırma
K <sub>1</sub> (Kontrol)	6.40 a	6.20 a	13.26 a	13.29 a
K <sub>2</sub> (100 mM NaCl)	6.80 a	3.20 c	10.28 b	1.66 b
K <sub>3</sub> (100 mM NaCl + <i>Arthrobacter</i> )	5.40 b	3.80 b	5.89 de	2.09 b
K <sub>4</sub> (100 mM NaCl + <i>Azospirillum lipoferum</i> )	6.20 ab	4.20 b	7.96 cd	3.22 b
K <sub>5</sub> (100 mM NaCl + <i>Bacillus subtilis</i> )	6.00 ab	3.80 b	9.62 bc	2.51 b
K <sub>6</sub> (100 mM NaCl + Deniz Yosunu Özünü)	5.40 b	4.20 b	4.54 e	3.37 b
<b>Ortalama</b>	<b>6.03 A</b>	<b>4.23 B</b>	<b>8.59 A</b>	<b>4.36 B</b>
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.82*</b>	<b>0.59***</b>	<b>2.20***</b>	<b>1.99***</b>
<b>LSD ort (0.05)</b>		<b>0.49***</b>		<b>0.85***</b>

(p<0.001:\*\*\* p<0.05:\*)

Yaprak ağırlığı; içirme ve kök daldırma yöntemleri ile istatistiksel açıdan %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla yaprak ağırlığı K<sub>1</sub> (13.26 g), en düşük yaprak

ağırlığı ise 4.54 g ile K<sub>6</sub> uygulamalarında saptanmıştır. Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda ise en fazla yaprak ağırlığı K<sub>1</sub> (13.29 g), en düşük yaprak ağırlığı ise sırasıyla K<sub>6</sub> (3.37 g), K<sub>4</sub> (3.22 g), K<sub>5</sub> (2.51

g), K<sub>3</sub> (2.09 g), K<sub>2</sub> (1.66 g) uygulamalarında tespit edilmiştir. Ortalama yaprak ağırlığı istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin içirme yöntemi (8.59 g) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Kök ağırlığı; içirme ve kök daldırma yöntemleri uygulanması ile istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan

uygulamalarda en fazla kök ağırlığı K<sub>1</sub> (9.14 g) ve K<sub>6</sub> (7.77 g), en düşük kök ağırlığı ise 3.99 g ile K<sub>4</sub> uygulamasında gözlemlenmiştir. Kök daldırma yapılan uygulamalarda ise en fazla kök ağırlığı 3.29 g ile K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük kök ağırlığı ise 1.10 g ile K<sub>2</sub> uygulamasında saptanmıştır. Ortalama kök ağırlığı istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin içirme yöntemi (6.32 g) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kabak bitkisine uygulanan farklı yararlı bakterilerin ve deniz yosunu özünün kök ağırlığı (g), yaprak ağırlığı (g) ve toplam bitki ağırlığına (g) etkisi

Uygulama Adı	Kök Ağırlığı (g)		Gövde Ağırlığı (g)		Toplam Bitki Ağırlığı (g)	
	İçirme	Kök Daldırma	İçirme	Kök Daldırma	İçirme	Kök Daldırma
K <sub>1</sub> (Kontrol)	9.14 a	3.29 a	4.04 a	2.12 a	26.45 a	18.70 a
K <sub>2</sub> (100 mM NaCl)	6.12 b	1.10 c	3.09 b	0.65 c	19.49 b	3.40 c
K <sub>3</sub> (100 mM NaCl + <i>Arthrobacter</i> )	4.81 bc	1.66 bc	2.68 bc	0.73 bc	13.38 c	4.48 bc
K <sub>4</sub> (100 mM NaCl + <i>Azospirillum lipoferum</i> )	3.99 c	1.61 bc	2.94 b	1.21 b	14.14 c	6.04 bc
K <sub>5</sub> (100 mM NaCl + <i>Bacillus subtilis</i> )	6.11 b	1.63 bc	3.17 b	1.22 b	18.90 b	5.36 bc
K <sub>6</sub> (100 mM NaCl + Deniz Yosunu Özünü)	7.77 a	2.07 b	2.35 c	1.25 b	14.32 c	6.69 b
<b>Ortalama</b>	<b>6.32 A</b>	<b>1.89 B</b>	<b>3.05 A</b>	<b>1.20 B</b>	<b>17.78 A</b>	<b>7.45 B</b>
<b>LSD (0.05)</b>	<b>1.41***</b>	<b>0.86***</b>	<b>0.56***</b>	<b>0.55***</b>	<b>3.61***</b>	<b>3.19***</b>
<b>LSD ort (0.05)</b>		<b>0.30***</b>		<b>0.51***</b>		<b>1.74***</b>

(p<0.001:\*\*\*)

Gövde ağırlığı; içirme ve kök daldırma yöntemleri uygulanması ile istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla gövde ağırlığı 4.04 g ile K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük gövde ağırlığı ise 2.35 g ile K<sub>6</sub> uygulamasında belirlenmiştir. Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda ise en fazla gövde ağırlığı 2.12 g ile K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük gövde ağırlığı ise 0.65 g ile K<sub>2</sub> uygulamasında gözlemlenmiştir. Ortalama gövde ağırlığı istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin içirme yönteminde (3.05 g) olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 7).

Toplam bitki ağırlığı; içirme ve kök daldırma yöntemlerinin uygulanması ile istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda toplam bitki ağırlığı en fazla K<sub>1</sub> (26.45 g) uygulamasında tespit edilirken, en düşük toplam bitki ağırlığı ise sırasıyla K<sub>6</sub> (14.32 g), K<sub>4</sub> (14.14 g), K<sub>3</sub> (13.38 g) uygulamalarında belirlenmiştir. Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda toplam bitki ağırlığı en fazla K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük toplam bitki ağırlığı ise 3.40 g ile K<sub>2</sub> uygulamasında gözlemlenmiştir. Ortalama toplam bitki ağırlığı istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin 17.78 g ile içirme yönteminde olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 7).

Kök uzunluğu; içirme ve kök daldırma yöntemlerinin uygulanması ile istatistiksel açıdan %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla kök uzunluğu 43.44 cm ile K<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük kök uzunluğu ise 25.74 cm ile K<sub>4</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda ise en fazla kök uzunluğu 36.10 cm ile K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük kök uzunluğu ise 17.40 cm ile K<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiştir. Ortalama kök uzunluğu istatistiksel açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin içirme yönteminde (36.86 cm) olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 8).

Gövde uzunluğu; içirme ve kök daldırma yöntemlerinin uygulanması ile istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Gövde uzunluğunun içirme yöntemi ile 4.70-5.68 cm, kök daldırma yöntemi ile 3.30-4.32 cm arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Ortalama gövde uzunluğu istatistiksel açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin içirme yönteminden (5.23 cm) elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 8). Gövde çapı; içirme ve kök daldırma yöntemlerinin uygulanması ile istatistiksel açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla gövde çapı sırasıyla K<sub>3</sub> (4.99 mm), K<sub>5</sub> (4.83 mm), K<sub>1</sub> (4.80 mm), K<sub>2</sub> (4.55 mm), K<sub>4</sub> (4.49 mm) uygulamalarında saptanırken, en düşük gövde çapı ise K<sub>6</sub> (3.13 mm) uygulamasında gözlemlenmiştir.

Çizelge 8. Kabak bitkisine uygulanan farklı yararlı bakterilerin ve deniz yosunu özünün kök uzunluğu (cm) ve gövde uzunluğuna (cm) etkisi

Uygulama Adı	Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
	İçirme	Kök Daldırma	İçirme	Kök Daldırma
K <sub>1</sub> (Kontrol)	37.62 ab	36.10 a	4.96	3.72
K <sub>2</sub> (100 mM NaCl)	39.20 ab	17.40 d	5.68	3.60
K <sub>3</sub> (100 mM NaCl + <i>Arthrobacter</i> )	43.44 a	19.82 cd	4.70	3.35
K <sub>4</sub> (100 mM NaCl + <i>Azospirillum lipoferum</i> )	25.74 c	26.33 bc	5.16	3.30
K <sub>5</sub> (100 mM NaCl + <i>Bacillus subtilis</i> )	38.90 ab	25.80 bc	5.66	4.32
K <sub>6</sub> (100 mM NaCl + Deniz Yosunu Özünü)	36.28 b	27.33 b	5.20	3.78
<b>Ortalama</b>	<b>36.86 A</b>	<b>25.46 B</b>	<b>5.23 A</b>	<b>3.68 B</b>
<b>LSD (0.05)</b>	<b>6.65***</b>	<b>7.38***</b>	<b>ö.d.</b>	<b>ö.d.</b>
<b>LSD ort (0.05)</b>		<b>4.98**</b>		<b>0.69**</b>

(p&lt;0.001:\*\*\* p&lt;0.01: \*\* ö.d.: önemli değil)

Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda ise en fazla gövde çapı 4.52 mm ile K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük gövde çapı ise 2.71 mm ile K<sub>3</sub> uygulamasında belirlenmiştir. Ortalama gövde çapı istatistiksel açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntem, içirme yönteminde (4.47 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 9).

Boğum arası uzunluk; içirme ve kök daldırma yöntemlerinin uygulanması ile istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. İçirme yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla boğum arası uzunluk

3.65 mm ile K<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük boğum arası uzunluk ise 2.66 mm ile K<sub>6</sub> uygulamalarında saptanmıştır. Kök daldırma yöntemi yapılan uygulamalarda en fazla boğum arası uzunluk 3.41 mm ile K<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük boğum arası uzunluk ise sırasıyla K<sub>5</sub> (2.54 mm), K<sub>4</sub> (2.54 mm), K<sub>2</sub> (2.27 mm), K<sub>3</sub> (1.81 mm) uygulamalarında belirlenmiştir. Ortalama boğum arası uzunluk istatistiksel açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En iyi yöntemin içirme yönteminde (3.19 mm) olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Kabak bitkisine uygulanan farklı yararlı bakterilerin ve deniz yosunu özünün gövde çapı (mm) ve boğum arası uzunluğuna (mm) etkisi

Uygulama Adı	Gövde Çapı (mm)		Boğum Arası Uzunluk (mm)	
	İçirme	Kök Daldırma	İçirme	Kök Daldırma
K <sub>1</sub> (Kontrol)	4.80 a	4.52 a	3.03 b-d	3.41 a
K <sub>2</sub> (100 mM NaCl)	4.55 a	3.00 bc	3.24 a-c	2.27 b
K <sub>3</sub> (100 mM NaCl + <i>Arthrobacter</i> )	4.99 a	2.71 c	3.65 a	1.81 b
K <sub>4</sub> (100 mM NaCl + <i>Azospirillum lipoferum</i> )	4.49 a	3.62 a-c	2.99 cd	2.54 b
K <sub>5</sub> (100 mM NaCl + <i>Bacillus subtilis</i> )	4.83 a	2.83 bc	3.58 ab	2.54 b
K <sub>6</sub> (100 mM NaCl + Deniz Yosunu Özünü)	3.13 b	3.71 ab	2.66 d	2.62 ab
<b>Ortalama</b>	<b>4.47 A</b>	<b>3.40 B</b>	<b>3.19 A</b>	<b>2.53 B</b>
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.91**</b>	<b>0.96**</b>	<b>0.56*</b>	<b>0.83*</b>
<b>LSD ort (0.05)</b>		<b>0.41**</b>		<b>0.33**</b>

(p&lt;0.01: \*\* p&lt;0.05:\*)

Tuzluluk, bitki köklerinin topraktan su ve mineral alımını olumsuz etkilemekte (Aydın ve Atıcı 2015), dolayısıyla tuz stresine giren bitkilerin büyüme ve gelişmesi osmotik ve iyon stresine bağlı olarak gerilediği bildirilmektedir (Parida ve Das, 2005). Bu gerilemenin temel nedeninin etilen hormonu olduğu ve normal koşullara kıyasla daha fazla üretildiği bildirilmektedir (Sobeih ve ark., 2004). Stres koşulları altında deniz yosunu özü (Zhu ve ark., 2004) ve yararlı bakterilerin (Seymen ve ark., 2019) kullanımı stres koruyucu ve önleyici etkileri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca günümüzde simbiyotik olmayan bakteriler (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Azomonas*)

tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarında bitki büyüme ve gelişimi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Yıldırım ve ark., 2006). PGPR uygulamalarının hıyar fidesinde kök ve gövde ağırlığı, yaprak alanı ve sayısı, gövde çapı ve fide yüksekliğini önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Kidoğlu ve ark., 2007; Yıldırım ve ark., 2015). Tuz koşullarında buğday bitkilerine topraktan ve yapraktan (Allwright, 1992), fasulye bitkilerine ise püskürtme yoluyla (Verkleij, 1992) deniz yosunu uygulamasının bitki gelişimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Turp bitkilerinde tuz stresinin sürgün uzunluğunu azalttığı, deniz yosunu ise bu tuz stresi etkinliğini hafiflettiği bildirilmiştir (Kasim ve ark., 2016). 1-aminosiklopropan-1-karboksilik (ACC)

deaminaz içeren üç adet *Bacillus circulans*, *Bacillus firmus*, *Bacillus globisposus* izolatu hem toprağa uygulanmış hem de kanola tohumlarına aşılanmış, çalışma sonucunda bakteri uygulamalarının kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerinde önemli etkileri olduğu ve toprağa bakteri uygulamalarının ise fide boyunu önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Ghosh ve ark., 2003).

Yapılan çalışmada kabak bitkilerindeki büyüme ve gelişim parametreleri incelendiğinde, içirme yönteminin kök daldırma yöntemine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ancak tuz stresine karşı iyileştirme gösteren parametreler ise kök daldırma yönteminde saptanmıştır. Bu aradaki farklılığın bitki dokularındaki etilen miktarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bitki dokularında etilen seviyelerindeki değişimin büyüme gelişimde etkili olduğu ifade edilmektedir (Arshad ve Frankenberger, 2002). Bitki büyüme ve gelişimini destekleyen bazı bakterilerinde bünyesindeki 1-aminosiklopropan-1-karboksilik (ACC) deaminaz enzimi sayesinde bitki köklerinde bulunan etilen miktarında değişiklik yaparak bitki gelişimine fayda sağladığı bildirilmektedir (Shaharoon, 2006). Dolayısıyla bu bakteriler, kök bölgesine yerleşip ACC deaminaz enzimi yardımıyla etilen sentezinde kullanılan ACC'yi amonyak ve  $\alpha$ -ketobutirata parçalamakta (Honma ve Shimomura 1978), artan etilen seviyesini düşürmektedir (Penrose ve Glick, 1997; Safronova ve ark., 2006; Glick, 2014). Deniz yosunu ekstratları da PGPR ile benzer özellik göstererek bitkilerde stres faktörlerine karşı oldukça etkili olduğu, kök gelişimini desteklediği (Matsiyak ve ark., 2011) ve fide büyüme ve gelişiminde (Kamaladhasan ve Subramanian, 2009) artış sağladığı bildirilmiştir.

### Sonuç

Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) bitkisinde tuz stresinin önemli bir etken olduğu saptanmıştır. Etkili tuz dozunun belirlenmesi amacıyla yapılan ilk çalışmada, artan tuz dozları ile bitkilerin vejetatif aksamların gelişiminde düşüş tespit edilmiştir. Belirlenen tuz dozunda (100 mM NaCl) kontrol dahil toplam 6 uygulama (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis* ve Deniz Yosunu Özü) farklı yöntemler (içirme ve kök daldırma) ile yazlık kabak bitkisine uygulandığında, tüm uygulamalarda en sağlıklı sonuçların içirme yöntemi ile elde edildiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte tuz stresine karşı kullanılan yararlı bakteriler ve deniz yosunu özünün,

tuz stresi koşullarında kısmen toleransı artırdığı belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda tuz probleminin görüldüğü yerlerde yazlık kabaklara içirme yöntemi önerilebilir. Yapılan çalışmada tüm bakteriler (*Arthrobacter*, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus subtilis*) ve deniz yosunu özü vejetatif aksamı iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma kabak fidelerinde yapıldığı için fide özelliklerini en iyi gösterebilen uygulamalar içirme yöntemi için (100 mM NaCl + *Arthrobacter*) ve (100 mM NaCl + *Bacillus subtilis*), kök daldırma yöntemi için (100 mM + Deniz yosunu özü) uygulamaları önerilebilir. Sürdürülebilir tarımda hem çevre dostu hem de büyüme gelişimi uyarıcı etki gösteren yararlı rizobakteriler, abiyotik ve biyotik stres koşullarına göre oldukça etkili olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bu bakterilerin kullanımı yaygınlaşmalı ve tarımsal üretime hızla dahil edilmelidir.

### Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### Yazarların katkı beyanı

YLD: Çalışmayı yürütmüştür.

ÖA: Çalışmanın plan ve programını yapmıştır.

FY: Çalışmanın plan ve programını yapmıştır.

ÖÜ: Çalışmanın plan ve programını yapmıştır.

SÖ: Çalışmanın istatistik ve yazım işlemlerini yapmıştır.

### Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y. S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A. İ., & Yanmaz, R. (2001). *Genel bahçe bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:5. Ankara.
- Akat, H., & Altunlu, H. (2019). The effects of sewage sludge applications on growth, yield and flower quality of *limonium sinuatum* (stative) under salinity conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (1):111-120.
- Altunlu H. (2020). The effects of mycorrhiza and rhizobacteria application on growth and some physiological parameters of pepper (*Capsicum annum* L.) under salt stress, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57 (4): 501-510.
- Anonim, (2023a, 15 Eylül). Erişim adresi: <https://tr.timacagro.com/>
- Anonim, (2023b, 15 Eylül). Erişim adresi: <http://www.roabiyoteknoloji.com/tr>



- Anonim, (2023c, 15 Eylül). Erişim adresi: <https://agrobtestgrup.com/>
- Anonim, (2023d, 15 Eylül). Erişim adresi: <https://www.ngbiyoteknoloji.com/>
- Anonim, (2024, 15 Şubat). Erişim adresi: <https://www.asgen.com.tr/urun/sakiz-kabak-tohumu>
- Baktemur, G. (2023). İn vitro koşullarda farklı konsantrasyonlarda sodyum klorür içeren besin ortamlarının kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisi gelişimine etkisi. *OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 6(1): 873-882.
- Can, A. G. (2019). Mikroalg (*Chlorella vulgaris* Beijerinck) kullanımının guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) taub.) fidelerinde tuza tolerans üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı. Çankırı.
- Cramer, G. R., & Nowak, R. S. (1992). Supplemental manganese improves the relative growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. *Physiol Plant* 84: 600-605.
- Çakırlar, H., & Topçuoğlu, Ş. F. (1985). Stres terminolojisi. *Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği Sempozyum*, 7: 13-17.
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1): 97-107.
- Erdem, T., Arın, L., Erdem, Y., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., & Gültaş, H. T., (2010). Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* l. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods, *agricultural water management*, 97 (5): 681-688 pp.
- Eşiyok, D. (2012). Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. *Meta Basım*. İzmir.
- Ghosh, S., Penterman, J. N., Little, R. D., Chavez, R., & Glick, B. R. (2003). Three newly isolated plant growth promoting bacilli facilitate the seedling growth of canola, *brassica campestris*. *Plant Physiol. Biochem* 41:277-281.
- Glick, B. R. (2014). Bacteria with acc deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiological Research*. Volume 169, Issue 1, Pages 30-39.
- Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G. V., Pavela-Vrancic, M., & Perica, S. (2008). Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of salt-stressed watermelon as influenced by rootstock. *The Journal of Agricultural Science*. 146(6): 695-704.
- Greenway, H., & Munns, S. R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. *Annals Review of Plant Physiology*. 31:149-159.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2010). Bitki besleme ve gübreleme. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 1581, Ders Kitabı:533. ISBN:978-975-482- 878-8, Ankara.
- Hoagland, D. R., & Arnon, D. I. (1938). The method for growing plants without soil: Water Culture, *University of California*, Berkeley.
- Honma, M., Shimomura, T. (1978). Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Agric Biol Chem*, 43:1825-1831.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M. N., Yakışır, E., & Okur, O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (pgpr)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi* TR, 12(2): 1-19.
- Kamaladhasan, N., & Subramanian, S. K. (2009). Influence of seaweed liquid fertilizers on legume crop, red gram. *Journal of Basic and Applied Biology*, 24.
- Kalaycı, M. (2005). Örneklerle jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analizi modelleri. *Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları*, No. 21. Eskişehir.
- Kasim, W. A., Saad-Allah, K. M., & Hamouda, M. (2016). Seed priming with extracts of two seaweeds alleviates the physiological and molecular impacts of salinity stress on radish (*Raphanus sativus*). *Int. J. Agric. Biol.*, 18: 653-660.
- Kidoglu, F., Gül, A., Ozaktan, H., & Tüzel, Y. (2007). Effect of rhizobacteria on plant growth of different vegetables. *ISHS Acta Horticulturae* 801: International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys.
- Matsiyak, K. Kaczmarek, Z., & Krawczyk, R. (2011). Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *zea mays* l. *acta scientiarum polonorum agricultura*.10 (1): 33-45.
- Mohammed, A. A., Söylemez, S., & Sarhan, T. Z. (2022). Effect of biofertilizers, seaweed extract and inorganic fertilizer on growth and yield of lettuce (*Lactuca*

- sativa* var. *longifolia* L.). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 60-71.
- Önder, S., & Uçar, Ö. (2021). Tuz stresinin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) üzerindeki etkileri ve tuza toleransı artırmak için yapılan uygulamalar. *3rd International Conference on Food, Agriculture and Veterinary* 19-20 June, Izmir-Turkey.
- Penrose, D. M., & Glick, B. R., (1997). Enzymes that regulate ethylene levels-1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (acc) deaminase, acc synthase and acc oxidase. *Indian Journal of Experimental Biology* 35(1):1-17.
- Safronova, V. I., Stepanok, V. V., Engqvist, G. L., Alekseyev, Y. V., & Belimov, A. A. (2006). Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase improves growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil. *Biol. Fertil. Soils*, 42: 267–272.
- Shaharoon, B. (2006). Effect of plant growth promoting rhizobacteria containing accdeaminase on maize (*Zea mays* l.) growth under axenic conditions and on nodulation in mung bean (*Vigna diata* l.). *Letters in Ap. Micro.*42: 155-162.
- Sobeih, W. Y., Dodd, I. C., Bacon, M. A., Grierson, D., & Davies, W. J. (2004). Long-distance signals regulating stomatal conductance and leaf growth in tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants subjected to partial root-zone drying. *J. Exp. Bot.* 55:2353– 2363.
- Şen, Ö. (2008). Tuz stresi altında yetiştirilen patlıcan fidelerinin gelişimi ve besin elementi içerikleri üzerine arbuscular mikorizal fungus uygulamalarının etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Konya.
- Türkoğlu, M. (2019). Farklı kavun (*Cucumis melo* l.) çeşitlerinde pgpr kullanımının verim ve kalite üzerine etkileri.(Yüksek Lisans Tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Van.
- Uçar, Ö. (2021). Tahıl yetiştiriciliğinde bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin kullanımı. *2nd International Çukurova Agriculture and Veterinary Congress*. Syf. 222-231. 4-5 January 2021/ADANA.
- Üzal, Ö., & Yasar, F. (2016). Effects on some plant growth parameters of gáz applications in pepper plants under salt stress, *VII International Scientific Agriculture Symposium*, S: 883-888" Agrosym 2016", 6- 9 October.
- Üzal, Ö., Yaşar, F., & Yıldırım, Ö. (2020). Tuz stresi altındaki biber bitkisindeki kalsiyum uygulamalarının antioksidatif enzim aktivitelerine etkisinin araştırılması. *ISPEC Journal of Agr. Sciences* 4(2): 346- 357.
- Yaşar, F. (2003). Investigation of some antioxidant enzyme activities in eggplant genotypes grown under salt stress in vivo and in vitro. (PhD Thesis). Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Sciences, pp 139, Van/Turkey.
- Yaşar, F. (2007). Effects of salt stress on ionand lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, 19 (2): 1165.
- Yaşar, F., & Üzal, Ö. (2019). Determination of malondialdehyde and chlorophyll amounts by applying potassium to salt stressed pepper plant. *ICOFAAS 2019*, 284.
- Yaşar, F., Yıldırım, Ö., & Üzal, Ö. (2020). Tuz stresi altındaki biber bitkisindeki kalsiyum uygulamalarının antioksidatif enzim aktivitelerine etkisinin araştırılması. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi* 2020: 4(2).
- Yıldırım, E., Taylor, A. G., & Spittler, T. D. (2006). Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. *Sci Hortic* 111:1-6.
- Yıldırım, E., Ekinci, M., Dursun, A., & Karagöz, K. (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria improved seedling growth and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.)" *International Conference on Chemical, Food and Environment Engineering (ICCFEE'15)* Jan. 11-12, Dubai (UAE), 6-8.
- Yıldız, E., Yaman, M., & Sümbül, A. (2022). Elma türünde rizobakteri uygulamasının meyve verim ve kalitesine etkileri konusunda yapılan çalışmalar. *7th International Zeugma Conference on Scientific Research*. Sayfa 403-410.
- Zakavi, M., Askari, H., & Shahrooei, M. (2022). Maize growth responseto diferent bacillus strains isolated from a salt-marshland area under salinity stress. *BMC PlantBiology*, 22:367.
- Zhu, Z. J, Fan, H. F., & He, Y. (2011). Roles of silicon-mediated alleviation of salt stress in higher plants: a review, *Proceedings of the 5th. International Conference on Silicon in Agriculture* (September 13-18), Beijing, China, 223 pp.