

## Araştırma Makalesi

# Kuraklık ve Tuz Stresi Altında Yeşil Ceviz Kabuğu Kompostu Uygulanan Mısır Bitkisinin Fizyolojisi

Ece Coşkun<sup>1\*</sup>  Gizem Aksu<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

\*Sorumlu yazar: ece\_coskun\_89@hotmail.com

Geliş Tarihi: 30.11.2023

Kabul Tarihi: 12.07.2024

## Öz

Kuraklık ve tuz stresi tarımsal üretimde en çok maruz kalınan streslerdir. Bazı uygulamalar bitkilerin strese karşı dayanıklılıklarını artırmaktadır. Çalışmada bitki, çevre ve insan dostu olan kompostun tuz, kuraklık ve tuz ile kuraklık stresinin bir arada olduğu koşullarda mısırın fizyolojisi üzerine etkisi incelenmiştir. Denemede bitkilere kuraklık stresi için -0.5 MPa PEG 6000, tuz stresi için 50 mM NaCl ve iki stresin etkileşimi için -0.5 MPa PEG 6000 ve 50 mM NaCl birlikte uygulanmıştır. Saksılara ağırlık esasına göre 0, % 1 ve % 2 oranında yeşil ceviz kabuğu kompostu eklenmiştir. Hasat işleminden sonra bitki örneklerinin yaprak oransal su içeriği, turgor kaybı, membran zararlanması, MDA içeriği ve klorofil içeriği belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kompostu tüm stres koşullarında bitkide meydana gelen zararları hafifletmiştir. Elde edilen sonuçlara göre stres altında yapılacak kompost uygulamasının bitkinin stresten daha az etkilenmesini sağlayabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** Kompost, ceviz, kuraklık, tuz stresi, mısır

## Physiology of Maize Applying Green Walnut Husk Compost Under Drought and Salt Stress Abstract

Drought and salt stress are the most exposed stresses in agricultural production. It is known that some applications increase plant resistance to stress. In this study, the effect of compost, which is plant, environment and human friendly, on the growth of maize under conditions of salt, drought and combination of salt and drought stress was examined. In the experiment, -0.5 MPa PEG 6000 was applied to the plants for drought stress, 50 mM NaCl for salt stress, and -0.5 MPa PEG 6000 and 50 mM NaCl were applied together for the interaction of the two stresses. Green walnut husk compost was added to the pots at the rate of 0, 1% and 2% by weight. After harvesting, leaf relative water content, turgor loss, membrane damage, MDA content and chlorophyll content of the plant samples were determined. Green walnut husk compost alleviated the damage to the plant under all stress conditions. According to the results, determined that compost application under stress may make the plant less affected by stress.

**Keywords** Compost, walnut, drought, salt stress, maize

## Giriş

Dünya genelinde üzerinde tarım yapılan arazilerden yaklaşık % 45'i kuraklık stresine maruz kalırken, yaklaşık % 6'sı tuzluluk ile karşı karşıyadır (Ashraf ve Foolad, 2007). Abiyotik stres faktörleri bitkisel üretimi sınırlayan başlıca etkenlerdir ve çoğu ürünün veriminde % 50-70 azalmaya neden olurlar (Mahajan ve Tuteja, 2005). Dünya nüfusunun 30 yıl içerisinde 9 milyara ulaşabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan gıda için üretimin % 38 artırılması gerekmektedir (Wild, 2003). Ekilebilecek tarım arazilerinin artırılmayacak olması birim alandan en yüksek verimi sağlamayı kaçınılmaz yol olarak karşımıza çıkarmaktadır.

Birleşmiş Milletlere göre çölleşme ve kuraklık Dünya'da 4 milyar hektardan fazla alanı etkilerken 1.2 milyar kişinin hayatını doğrudan tehdit etmektedir. Ülkemiz de tarım arazilerinin topografik özellikleri nedeniyle kuraklığa son derece duyarlı ülkeler arasındadır. Tuzluluk ise dünyada kurak ve

yarı kurak iklim bölgeleri başta olmak üzere 800 milyon hektardan fazla alanı etkilemektedir (Ghanem ve ark., 2012). Ülkemizde ise % 32.5'ini sulanabilir alanların oluşturduğu 1.5 milyon hektarlık alan tuzlulukla karşı karşıyadır (Ertekin, 2010; Yılmaz ve ark., 2011). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de küresel ısınmanın sonucu olarak su kaynakları azalmakta, ülkemiz de ekolojik bozulma riski karşı karşıyadır. Değişen yağış rejiminin etkisiyle kuraklığın beraberinde getirdiği tuzluluk, tarımı önemli derecede etkileyerek, bitkisel üretimi sınırlandırmaktadır. Yapılan çalışmalarda iklim değişikliği ve iklimdeki dalgalanmaların artışıyla bitkisel üretimi etkileyen stres faktörlerinin olumsuz etkilerinin daha da artacağı vurgulanmaktadır (Denby ve Gehring, 2005).

Kuraklık ve tuzluluk gibi stres etmenlerine maruz kalan bitkilerde osmotik stres meydana gelmektedir (Hoffmann, 2002). Osmotik stres morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlerle bitkinin büyüme, gelişme ve üremesini olumsuz etkileyerek önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Kuraklık sonucu bitkinin suya erişiminin azalması fotosentez, solunum ve minerallerin alımı gibi fizyolojik süreçleri etkilemektedir. Su eksikliği nedeniyle stomalar kapanmakta, turgor basıncı düşmekte, bitkinin transpirasyon ile kaybettiği su köklerden alınamaz hale gelmekte ve bitki dokularında su dengesizliği oluşmaktadır. Stomaların kapanmasıyla, gaz değişimi dengesi bozulmakta ve reaktif oksijen türleri (ROS) fazla üretilmekte ve bu durum oksidatif stresin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Su eksikliği hücre bölünmesini, yaprak yüzeyinin genişlemesini, kök büyümesini ve kök hücrelerin çoğalmasını önlemektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005; Taiz ve Zeiger, 2008; Osmolovskaya ve ark., 2018). Tuzluluk ilk olarak osmotik strese neden olmakta ve kullanılabilir su miktarının azalmasıyla da “fizyolojik kuraklık” meydana gelmektedir (Tuteja, 2007). Kuraklıkta olduğu gibi tuz stresinde de bitkiler topraktaki sudan faydalanamadıklarından dolayı su kaybını azaltmak için stomalarını kapatarak, fotosentez mekanizmasının aksamasına neden olmaktadır (Ferroni ve ark., 2007). Tuz stresi altında bitki tarafından besin elementlerinin alınımı zorlaşmakta, çimlenme yüzdesi ve meyve kalitesi düşmektedir (Mugdal ve ark., 2010). Kök bölgesindeki tuz yoğunluğuna bağlı olarak bitki sudan faydalanmak için daha fazla enerji harcamakta bu nedenle verim ve kalitede azalmalar meydana gelmektedir (Kara ve Apan, 2000).

Kuraklık ve tuz stresi, her ne kadar bitki gelişimini etkileyen iki ayrı stres faktörü olsa da, bu iki stres faktörü bazen bir arada bulunabilmekte ve birbirlerini etkileyebilmektedir. Kuraklık, bitkilerin suya ulaşmasını kısıtlayarak bitkilerin tuz stresinden daha olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir. Kuraklık, bitkilerin topraktan su almalarını zorlaştırırken, tuz stresi suyun köklerden bitki içine hareketini engellemektedir. Kuraklık nedeniyle suyun kısıtlanması, tuzların toprakta birikmesine ve bitkilerin tuz stresine maruz kalmasına neden olmaktadır. Hem kuraklık hem de tuz stresi, bitkilerde oksidatif stres arttırmaktadır. Kuraklık ve tuz stresinin bir arada bulunması, bitkiler için daha karmaşık bir çevresel stres koşulu oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu iki stres faktörünün etkileşimini anlamak ve uygun stratejiler geliştirmek son derece önemlidir. Bu stratejiler, bitkilerin kuraklık ve tuz stresine daha iyi adapte olmasını ve daha az zarar görmesini sağlamaktadır. Strese karşı tolerans gösteren bitkilerde osmotik koruyucular, antioksidan ve hormonal sistemler savunma mekanizması olarak çalışmakta ve bitkinin hayatta kalarak generatif döneme kadar gelişmesini sağlamaktadırlar (Reddy ve ark., 2004; Sairam ve Tyagi, 2004; Mahajan ve Tuteja, 2005; Farooq ve ark., 2009; Ashraf, 2010; Khan ve ark., 2011).

Ceviz ülkemiz için önemli bir tarım ürünüdür ve üretilen cevizin yaklaşık % 50 si ceviz kabuğu olarak bitkisel atığa dönüşmektedir (Koçtürk, 2005). Ceviz yapraklarında bitki büyümesini engelleyen tanen ve juglon gibi bileşikler bulunmakta ancak kompostlama işleminden sonra bu bileşiklerin zararlı etkileri ortadan kalkmaktadır (Kovács, 2000; Ruszkai 2011; Tirczka ve Hayes, 2012). Bu nedenle hem çok miktardaki bitkisel atığı değerlendirmek hem de bu çalışmadaki amacımız olan toprağın su tutma kapasitesini arttırmak için yeşil ceviz kabuğu kompostu kullanmak oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı önemli bir tarım ürünü olan mısır bitkisinin yapılacak kompost uygulamasıyla kuraklık ve tuz stresinden zarar görmesini engellemek, verim kayıplarını azaltmaktır.

### **Materyal ve Yöntem**

Denemede kullanılan topraklar (Çizelge 1) hava kuru hale getirildikten sonra 4 mm'lik elekten elenmiş ve saksılara doldurulmuştur. Her bir saksıya 1 tohum ekilmiş ve ekimden önce tohumlar steril edilmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Bitkiler kontrollü koşullarda (gündüz/gece 16/8 saat, 25/15°C, % 60-70 nem) iklim odasında yetiştirilmiştir. Deneme planına göre saksılara % 1 ve % 2 oranında yeşil ceviz kabuğu kompostu (Çizelge 2) karıştırılmıştır.

Table 1. Some properties of the soil used in the experiment

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri

pH	EC (mS cm <sup>-1</sup> )	Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Organik madde (%)	Tekstür sınıfı
7.7	0.55	6.8	0.4	Tınlı

Table 2. Some properties of the green walnut husk used in the experiment

Çizelge 2. Denemede kullanılan yeşil ceviz kabuğu kompostunun bazı özellikleri

pH	EC(dS m <sup>-1</sup> )	N(%)	C(%)	C/N	Mg(gkg <sup>-1</sup> )	Ca(gkg <sup>-1</sup> )	K(gkg <sup>-1</sup> )	Zn(mgkg <sup>-1</sup> )	Fe(mgkg <sup>-1</sup> )	Cu(mgkg <sup>-1</sup> )	B(mgkg <sup>-1</sup> )	Mn(mgkg <sup>-1</sup> )
9.87	7.78	0.85	35.20	41.41	3.96	30.64	48.32	32.11	918	21.93	81.7	45.6

Uygulama yapılmadan önce yeşil ceviz kabuğu kompostu kurutulmuş, değirmende öğütülmüş ve elenmiştir. Bitkilere kuraklık stresi için -0.5 MPa PEG 6000, tuz stresi için 50 mM NaCl ve iki stresin interaksyonu için -0.5 MPa PEG 6000 ve 50 mM NaCl birlikte uygulanmıştır. Mısırları gübrelemek için Hoagland (Çizelge 3) besin çözeltisi hazırlanmıştır (Hoagland ve Arnon, 1950).

Table 3. Content of the Hoagland Nutrient Solution used in the experiment

Çizelge 3. Denemede kullanılan Hoagland besin çözeltisinin içeriği

Element	Konsantrasyon (mgkg <sup>-1</sup> )	Element	Konsantrasyon (mgkg <sup>-1</sup> )
Azot (N)	210	Demir (Fe)	2.5
Potasyum (K)	234	Mangan (Mn)	0.5
Fosfor (P)	31	Bor (B)	0.5
Kalsiyum (Ca)	200	Çinko (Zn)	0.05
Magnezyum (Mg)	48	Bakır(Cu)	0.02
Kükürt (S)	64	Molibden (Mo)	0.01

Taze yaprak örneklerinden alınan kesitlerin yaş ağırlıkları, aynı kesitler 4 saat saf suda bırakıldıktan sonra turgor ağırlıkları, etüvde 65 °C derecede sabit ağırlığa gelene kadar kurutulduktan sonra ise kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Yaprak oransal su içerikleri ve turgor kayıpları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (Barr ve Weatherley 1962; Sairam ve ark., 2002; Gulen H ve Eris A ,2003).

$$YOSİ = [(YA - KA) / (TA - KA)] \times 100$$

YA: Yaş ağırlık, KA: Kuru ağırlık, TA: Turgid durumundaki ağırlık

$$TK = (TA - YA) / TA \times 100$$

Taze yaprak örneklerinden alınan kesitler saf suda 5 saat bekletildikten sonra elektriksel iletkenlikleri ölçülmüştür (C1), aynı kesitler 100 °C'de 10 dakika inkübe edildikten sonra elektriksel iletkenlikleri tekrar ölçülmüştür (C2). Membran zararlanması aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska- Palacz 1978).

$$\text{Membran zararlanması (\%)} = (C1 / C2) \times 100$$

Taze yaprak örneklerinden alınan 0.2 g bitki dokusu üzerine 5 ml % 0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) eklenmiş 12500 rpm devirde 20 dakika santrifüj edilmiştir. İçinde % 20 TCA bulunan % 0.1'lik TBA'dan 3 ml alınarak tüplere konmuş üzerine 3 ml süpernatant eklenmiştir. Elde edilen karışım 95 °C derecede 30 dakika bekletildikten sonra reaksiyonu durdurmak için buza konmuştur. Örnekler spektrofotometrede 532 ve 600 nm dalga boyunda okunmuştur ve malondialdehit (MDA) miktarı (lipid peroksidasyon) oranları belirlenmiştir (Lutts ve ark., 1996).

Taze yaprak örneklerinden alınan 0.5 g bitki dokusu porselen havanda % 80'lik aseton ile ezilmiş 3000 rpm devirde 20 dakika santrifüj edilmiştir. Sonrasında örnekler 662 nm, 645 nm ve 470

nm dalga boylarında spektrofotometrede okunmuştur. Aşağıdaki formüller kullanılarak klorofil miktarları hesaplanmıştır (Lichtentaler ve Wellburn 1985).

$$\text{Klorofil a mg/l} = (A663 \times 12.70) - (A645 \times 2.69)$$

$$\text{Klorofil b mg/l} = (A645 \times 22.90) - (A663 \times 4.68)$$

$$\text{Karotenoid mg/l} = (A480 + (A663 \times 0.114) - (A645 \times 0.638)) / 112.5$$

$$\text{Toplam klorofil} = (20.2 \times A645) + (8.02 \times A663)$$

Denemeden elde edilen veriler MINITAB 17.0 istatistik paket programında tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. İstatistiki açıdan konular arasında varyans analizi sonuçlarına göre önemli bulunan farklar LSD testi ile kıyaslanmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Yaprak oransal su içeriği ve turgor kaybına ait ortalamalar ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulaması hem tuz ve kuraklık stresi koşullarında hem de tuz ve kuraklık stresinin birlikte olduğu koşullarda yaprak oransal su içeriğini azaltmış, turgor kaybını arttırmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre yaprak oransal su içeriği ve turgor kaybı bakımından stres, kompost ve stres kompost interaksyonu seviyeleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Table 4. Leaf relative water content (%) and loss of turgor pressure (%) averages and multiple comparison results

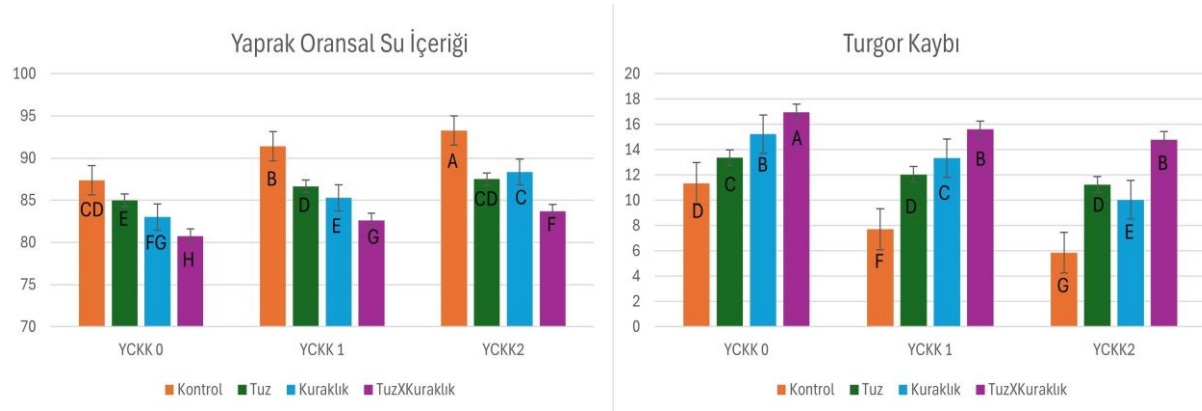
Çizelge 4. Yaprak Oransal Su İçeriği (%) ve Turgor Kaybı (%) ortalamaları ve çoklu karşılaştırma sonuçları

	Yaprak Oransal Su İçeriği				Turgor Kaybı			
	YCKK	YCKK %	YCKK %	Ort.	YCKK	YCKK %	YCKK %	Ort.
<b>Kontrol</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>90.69</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8.30</b>
	87.39	91.41 B	93.26 A	<b>a</b>	11.35 D	7.71 F	5.85 G	<b>d</b>
<b>Tuz</b>	84.99 E	86.66 D	87.50 CD	<b>86.38</b>	13.37 C	12.03 D	11.25 D	<b>12.22</b>
				<b>b</b>				<b>c</b>
<b>Kuraklık</b>	83.01	85.28 E	88.35 C	<b>85.55</b>	15.23 B	13.33 C	10.03 E	<b>12.87</b>
	FG			<b>c</b>				<b>b</b>
<b>TuzxKuraklık</b>	80.76 H	82.61 G	83.67 F	<b>82.34</b>	16.96 A	15.61 B	14.80 B	<b>15.79</b>
				<b>d</b>				<b>a</b>
<b>Ort</b>	<b>84.04 c</b>	<b>86.49 b</b>	<b>88.20 a</b>		<b>14.23 a</b>	<b>12.17 b</b>	<b>10.48 c</b>	
<b>Önemlilik</b>	<b>P<sub>stres</sub>: 0.000, P<sub>kompost</sub>: 0.000, P<sub>stresxkompost</sub>:</b>				<b>P<sub>stres</sub>: 0.000, P<sub>kompost</sub>: 0.000, P<sub>stresxkompost</sub>:</b>			
	<b>0.000</b>				<b>0.000</b>			

\*Aynı harfler arasındaki fark önemli değildir.

Stres kompost interaksyonu çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre kontrol bitkileri haricinde stres altında gelişen bitkiler göz önüne alındığında en yüksek yaprak oransal su içeriği (% 88.35) kuraklık altında uygulanan % 2 yeşil ceviz kabuğu kompostunda elde edilirken en düşük yaprak oransal su içeriği (% 80.76) tuz ve kuraklık stresinin bir arada olduğu ve kompost uygulaması yapılmayan bitkilerde elde edilmiştir. En fazla turgor kaybı tuz ve kuraklık stresinin bir arada olduğu ve kompost uygulaması yapılmayan bitkilerde (% 16.96) elde edilirken en az turgor kaybı stres uygulanmayan % 2 yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulanan bitkilerde (% 5.85) elde edilmiştir (Şekil 1).

Figure 1. Leaf relative water content (%) and loss of turgor pressure (%) stress compost interaction multiple comparison results  
Şekil 1. Yaprak Oransal Su İçeriği (%) ve Turgor Kaybı (%) stres kompost interaksyonu çoklu karşılaştırma sonuçları



Bitkinin fizyolojisinin normal olduğunu, büyüme süreçlerinde problem olmadığını gösteren önemli indikatörlerden biri yaprak oransal su içeriğidir (Silva ve ark. 2007). Stres altında yetiştirilen bitkilerde yaprak oransal su içeriği streste olmayan bitkilere göre daha düşüktür. Elde ettiğimiz sonuçlara baktığımızda (Çizelge 4) yaprak oransal su içeriğinin tuz ve kuraklık stresi altında azaldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda kuraklık ve tuz stresi altındaki bitkilerde yaprak oransal su içeriğinin azaldığı vurgulanmıştır (Molnar ve ark. 2002; Yakıt ve Tuna, 2006; Asgharipour ve Heidari 2011; Aksu ve Altay 2020; Aksu ve Altay 2021). Bunun yanında Çizelge 4 incelendiğinde yapılan yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulamalarının bitkilerin stresten daha az etkilenmesini sağlayarak yaprak oransal su içeriğini artırdığı görülmektedir. Benzer olarak farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda kuraklık stresi altında uygulanan organik maddenin yaprak oransal su içeriğini artırdığı vurgulanmıştır (Uzoma ve ark., 2011; Akhtar ve ark., 2014, Haider ve ark., 2015; Nadeem ve ark., 2017). Stres koşulları kendi arasında değerlendirildiğinde tuz ve kuraklık stresinin bir arada olduğu koşullarda bitkiler stresten daha çok etkilenmiştir ancak yapılan kompost uygulaması tuz ve kuraklık stresinin bir arada olduğu koşullarda da bitkinin daha az zarar görmesini sağlamıştır. Çalışmamıza benzer olarak Zhang ve ark. (2023) kuraklık ve tuzluluk stresi ile her iki stresin birlikte olduğu koşullar altında biyokömür uygulamasının bağıl su içeriğini artırdığını ve bunun da bitkileri abiyotik stres altında korumaya yardımcı olduğunu vurgulamışlardır. Turgor bitki dokularının dayanıklılığı için oldukça önemlidir ve su eksikliğinde turgor basıncının düşmesiyle bitki dokusu gevşer. Çizelge 4 incelendiğinde turgor kaybının stres koşulları altında artış gösterdiği ancak yapılan yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulamalarıyla bu zararın azaldığı görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre yapraklarında daha fazla su tutabilen bitkiler abiyotik streslere karşı daha fazla toleransa sahiptirler (Kabir ve ark., 2004; Farooq El-Mageed ve ark., 2018). Buna paralel olarak elde ettiğimiz sonuçlara göre yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulanan bitkiler tuz ve kuraklık stresi altında daha fazla su tutarak stresten daha az zarar görmüşlerdir.

Table 5. Cell membrane damage (%) and Malondialdehyde (MDA) content averages and multiple comparison results

Çizelge 5. Hücre Membran Zararlanması (%) ve Malondialdehit (MDA) içeriği ortalamaları ve çoklu karşılaştırma sonuçları

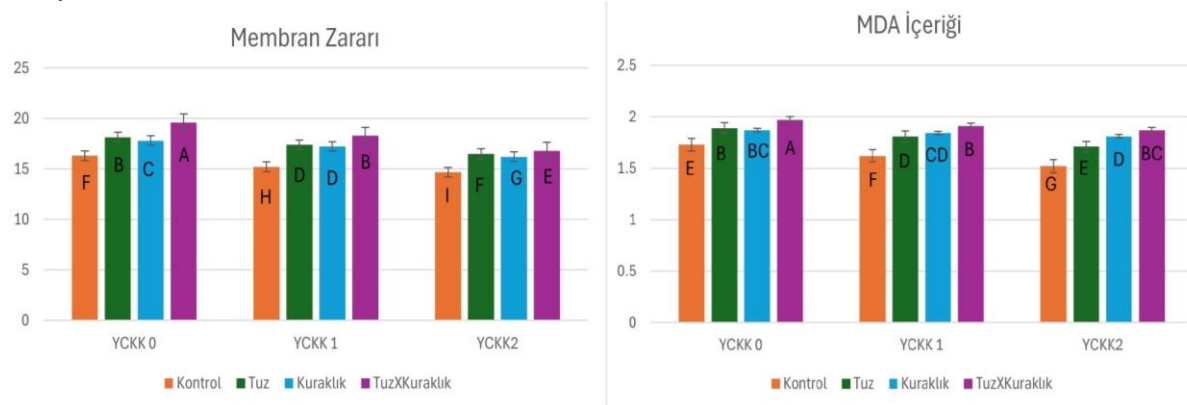
	Membran Zararlanması				MDA İçeriği			
	YCKK 0	YCKK 1	YCKK 2	Ort.	YCKK 0	YCKK 1	YCKK 2	Ort.
<b>Kontrol</b>	16.31 F	15.20 H	14.67 I	<b>15.39</b> d	1.73 E	1.62 F	1.52 G	<b>1.62</b> d
<b>Tuz</b>	18.15 B	17.39 D	16.50 F	<b>17.35</b> b	1.89 B	1.81 D	1.71 E	<b>1.80</b> c
<b>Kuraklık</b>	17.81 C	17.23 D	16.21 G	<b>17.08</b> c	1.87 BC	1.84 CD	1.81 D	<b>1.84</b> b
<b>TuzxKuraklık</b>	19.62 A	18.30 B	16.82 E	<b>18.25</b> a	1.97 A	1.91 B	1.87 BC	<b>1.92</b> a
<b>Ort</b>	<b>17.97 a</b>	<b>17.03 b</b>	<b>16.05 c</b>		<b>1.87 a</b>	<b>1.80 b</b>	<b>1.73 c</b>	
<b>Önemlilik</b>	<b>P<sub>stres</sub>: 0.000, P<sub>kompost</sub>: 0.000, P<sub>stresxkompost</sub>:</b>				<b>P<sub>stres</sub>: 0.000, P<sub>kompost</sub>: 0.000, P<sub>stresxkompost</sub>:</b>			
	<b>0.000</b>				<b>0.000</b>			

\*Büyük harfler ortalamaları göstermekte ve aynı harfler arasındaki fark önemli değildir.

Hücre membran zararı ve malondialdehit (MDA) içeriğine ait ortalamalar ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulaması hem tuz ve kuraklık stresi koşullarında hem de tuz ve kuraklık stresinin birlikte olduğu koşullarda hücre membran zararı ve malondialdehit (MDA) içeriğini artırmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre membran zararı ve MDA içeriği bakımından stres, kompost ve stres kompost etkileşim seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Figure 2. Cell Membrane Damage (%) and Malondialdehyde (MDA) content stress compost interaction multiple comparison results

Şekil 2. Hücre Membran Zararlanması (%) ve Malondialdehit (MDA) içeriği stres kompost etkileşimi çoklu karşılaştırma sonuçları



Stres kompost etkileşimi çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre en fazla membran zararı tuz ve kuraklık stresinin bir arada olduğu ve kompost uygulaması yapılmayan bitkilerde (% 19.62) elde edilirken en az membran zararı stres uygulanmayan % 2 yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulanan bitkilerde (% 14.67) elde edilmiştir. En düşük MDA içeriği (1.52) stres uygulanmayan % 2 yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulanan bitkilerde belirlenirken en yüksek MDA içeriği (1.97) tuz ve kuraklık stresinin bir arada olduğu ve kompost uygulaması yapılmayan bitkilerde belirlenmiştir (Şekil 2).

Bitkinin uğradığı stresin bir göstergesi olan membran zararlanması hücre içindeki ve dışındaki ozmotik dengesizlikten kaynaklanmaktadır (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002) ve çalışmalar bitkinin strese tolerans gösterebilmesi için stres altında membran bütünlüğünün ve stabilitesinin korunması gerektiğini vurgulamaktadır (Bajji ve ark., 2002). Kuraklık stresi altında membran zararının arttığı ve hücre zarı stabilitesinin önemli ölçüde azaldığı (Wang ve Huang 2004; Aksu ve Altay 2020) tuz stresi altında (Zhu ve ark., 2008; Perez Lopez ve ark., 2008; Aksu ve Altay, 2021) hücre zararının arttığı daha önceki çalışmalarda vurgulanmıştır. Çizelge 5 incelendiğinde daha önceki çalışmalara benzer olarak tuz ve kuraklık stresi altında membran zararı artmıştır. Uygulanan yeşil ceviz kabuğu

kompostu artan uygulama dozlarına paralel olarak membran zararını azaltmıştır ve kompost bitkinin stresten daha az etkilenmesini sağlamıştır (Çizelge 5). Sonuçlarımıza paralel olarak Sabagh ve ark. (2015) tuz stresi altında kompost uygulamasının Nadeem ve ark. (2017) da su kıtlığı koşulları altında kompost uygulamasının elektrolit sızıntısını azalttığını vurgulamışlardır. Stres koşulları altında bitkinin hücre zarında meydana gelen hasarı tespit etmek için kullanılan malondialdehit (MDA) içeriği, membran lipid peroksidasyonunun bir ürünüdür ve membran geçirgenliğiyle bağlantılıdır (Chen ve Yu ,1994; Dolatabadian ve ark., 2008; Fayed ve Bazaid, 2014; Jungklang ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda kuraklık ve tuz stresi altındaki bitkilerde membran hasarında (lipid peroksidasyon) artış olduğu vurgulanmıştır (Ezzat-Ollah ve ark., 2007; Hameed ve ark., 2011 Yaşar, 2003; Kuşvuran ve ark., 2007; Wei ve ark., 2009; Yaşar ve ark., 2008; Huang ve ark., 2009). Yapılan yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulamaları artan uygulama dozuna paralel olarak MDA içeriğini azaltmıştır ve kompost bitkinin stresten daha az etkilenmesini sağlamıştır (Çizelge 5). Sonuçlarımıza paralel olarak Tartoura ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada kuraklık stresi altında yaptıkları kompost uygulamasının MDA içeriğini azalttığını vurgulamışlardır.

Klorofil a ve Klorofil b içeriğine ait ortalamalar ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulaması hem tuz ve kuraklık stresi koşullarında hem de tuz ve kuraklık stresinin birlikte olduğu koşullarda klorofil b içeriğini etkilemiştir. Klorofil a içeriği ise kompost uygulamasından etkilenmemiş sadece stres faktörleri Klorofil a içeriğini değiştirmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre Klorofil b içeriği bakımından stres, kompost ve stres kompost etkileşimi seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken Klorofil a içeriği bakımından sadece stres uygulamaları arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Table 6. Chlorophyll a and Chlorophyll b content averages and multiple comparison results

Çizelge 6. Klorofil a ve Klorofil b içeriği ortalamaları ve çoklu karşılaştırma sonuçları

	Klorofil a İçeriği				Klorofil b İçeriği			
	YCKK 0	YCKK % 1	YCKK % 2	Ort.	YCKK 0	YCKK % 1	YCKK % 2	Ort.
<b>Kontrol</b>	11.78	11.92	11.91	<b>11.87 c</b>	13.84 AB	13.46 AB	13.02 B	<b>13.44 ab</b>
<b>Tuz</b>	12.14	12.35	12.49	<b>12.33 a</b>	12.33 B	12.44 B	12.75 B	<b>12.51 b</b>
<b>Kuraklık</b>	12.11	11.97	11.88	<b>11.99 bc</b>	12.36 B	13.73 AB	15.47 A	<b>13.85 a</b>
<b>TuzxKuraklık</b>	12.11	12.39	12.22	<b>12.24 ab</b>	13.26 AB	13.94 AB	14.22 AB	<b>13.81 a</b>
<b>Ort</b>	<b>12.03</b>	<b>12.16</b>	<b>12.12</b>		<b>12.95 b</b>	<b>13.39 ab</b>	<b>13.87 a</b>	
<b>Önemlilik</b>	<b>P<sub>stres</sub>: 0.003, P<sub>kompost</sub>: 0.391, P<sub>stresxkompost</sub>: 0.421</b>				<b>P<sub>stres</sub>: 0.005, P<sub>kompost</sub>: 0.023, P<sub>stresxkompost</sub>: 0.016</b>			

\*Büyük harfler ortalamaları göstermekte ve aynı harfler arasındaki fark önemli değildir.

Yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulaması hem tuz ve kuraklık stresi koşullarında hem de tuz ve kuraklık stresinin birlikte olduğu koşullarda toplam klorofil içeriğini değiştirirken karotenoid içeriği kompost uygulamasından etkilenmemiş sadece stres faktörleri karotenoid içeriğini değiştirmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre toplam klorofil içeriği bakımından stres ve kompost etkileşimi seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken karotenoid içeriği bakımından stres uygulamaları arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Stres kompost etkileşimi seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Table 7. Carotenoid content and total chlorophyll content averages and multiple comparison results  
Çizelge 7. Karotenoid ve Toplam Klorofil içeriği ortalamaları ve çoklu karşılaştırma sonuçları

	Karotenoid İçeriği				Toplam Klorofil İçeriği			
	YCKK 0	YCKK % 1	YCKK % 2	Ort.	YCKK 0	YCKK % 1	YCKK % 2	Ort.
<b>Kontrol</b>	0.88	0.87	0.87	0.87 b	25.62	25.37	24.93	25.31 ab
<b>Tuz</b>	0.89	0.92	0.91	0.91 a	24.47	24.79	25.24	24.83 b
<b>Kuraklık</b>	0.84	0.85	0.82	0.84 c	24.46	25.70	27.35	25.84 ab
<b>TuzxKuraklık</b>	0.89	0.91	0.93	0.91 a	25.36	26.33	26.44	26.04 a
<b>Ort</b>	0.88	0.89	0.88		24.98 b	25.55 ab	25.99 b	
<b>Önemlilik</b>	<b>P<sub>stres</sub>: 0.000, P<sub>kompost</sub>: 0.364, P<sub>stresxkompost</sub>: 0.088</b>				<b>P<sub>stres</sub>: 0.036, P<sub>kompost</sub>: 0.034, P<sub>stresxkompost</sub>: 0.085</b>			

\*Büyük harfler ortalamaları göstermekte ve aynı harfler arasındaki fark önemli değildir.

Kuraklığa bağlı olarak bitkinin klorofil içeriğinde önemli azalmalar olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Yang ve ark. 2006; Ahmad ve ark. 2017). Zahoor ve arkadaşlarına göre. (2017), kuraklık stresi altındaki bitkilerin yapraklarında, klorofil azalmaktadır ve bu durum stres altındaki bitkilerde karbon akışını etkileyebilmektedir. Mokhtar ve ark (2020) tuz stresinin bitkilerde klorofil a, klorofil b, karotenoid ve toplam klorofil içeriğini azalttığını vurgulamışlardır. Çizelge 6 ve 7 incelendiğinde klorofil a, klorofil b, karotenoid ve toplam klorofil içeriğinin bu çalışmalarla benzer sonuçlar vermediği stres altında artış gösterdiği görülmektedir. Özellikle her iki stresin bir arada olduğu koşullarda klorofil a, klorofil b, karotenoid ve toplam klorofil içeriği en yüksek değerlere ulaşmıştır. Mokhtar ve ark (2020) tuzlu koşullar altında kompost uygulanan bitkilerin fotosentetik pigment içeriklerinin önemli ölçüde iyileştiğini belirtmişlerdir. Nadeem ve ark., (2017) su kıtlığı koşulları altında salatalık bitkisine uyguladıkları kompost sonucu klorofil içeriğinin arttığını en düşük değer kontrol bitkisinde elde edildiğini vurgulamışlardır. Ud Din ve ark., (2023) tuz stresi altında yetiştirilen domatesin kompost uygulamasıyla fizyolojik performansının önemli ölçüde iyileştiğini, klorofil içeriğinin arttığını, kompostun tuzluluğun toksik etkilerini azaltmada olumlu etki ettiğini ortaya koymuşlardır. Çizelge 6 ve 7 incelendiğinde klorofil b ve toplam klorofil içeriğinin bu çalışmalarla benzer sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Stres altındaki bitkilere uygulanan yeşil ceviz kabuğu kompostu en çok kuraklık stresi altındaki bitkilerde klorofil pigmentlerinde artış sağlarken bunu tuz ve kuraklığın bir arada olduğu bitkiler ve tuz stresi altında olan bitkiler izlemiştir.

### Sonuç ve Öneriler

Uygulanan stres koşullarıyla birlikte bitkilerin yaprak oransal su içerikleri azalmış ancak uygulanan kompost dozlarına paralel olarak artış göstermiştir. Bitkilerin stres altında turgor kayıpları artmış ancak kompost uygulaması bu kayıpları azaltmıştır, membran zararlanması stres altındaki bitkilerde kontrole göre artış göstermiş ancak uygulanan kompost bu zararı hafifletmiştir, MDA içerikleri stres ile artış göstermiş fakat kompost uygulanmasıyla bu zarar hafifletmiştir. Kuraklık ve tuzluluk bitkinin büyümesi ve fizyolojisi üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Buna karşılık, kompost uygulaması bu etkileri azaltmıştır. Bu sonuçlara göre uygulanan kompost ilavesi, toprağın su tutma kapasitesini iyileştirerek ve iyon alınımını yavaşlatarak, kuraklık ve tuz stresinin bitkideki bazı olumsuz etkilerini hafifletmek için etkili bir strateji olabilir. Elde ettiğimiz verilere dayanarak olası mekanizmaları araştırmak için daha ileri çalışmalar özellikle tarla denemelerinin yapılması önerilmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışmada kullanılan yeşil ceviz kabuğu kompostu Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Yasemin Kavdır tarafından temin edilmiştir. Kendisine çalışmaya verdiği destekten dolayı çok teşekkür ederiz.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı



Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Kaynaklar

- Abd El-Mageed, T.A., El-Samnoudi, I.M., Ibrahim, A.M., Abd El Tawwab, A.R., 2018. Compost and mulching modulates morphological, physiological responses and water use efficiency in sorghum (bicolor L. Moench) under low moisture regime. *Agric. Water Manage.* 431-439.
- Ahmad, Z., Waraich, E.A., Ahmad, R., Shahbaz, M., 2017. Modulation in water relations, chlorophyll contents and antioxidants activity of maize by foliar phosphorus application under drought stress. *Pakistan Journal of Botany.* 49(1):11-9.
- Akhtar, S.S., Li, G., Andersen, M.N., Liu, F., 2014. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. *Agricultural Water Management.* 138:37-44.
- Aksu, G., Altay, H., 2020. The effects of potassium applications on drought stress in sugar beet. *Sugar Tech.* 22(6): 1092-1102.
- Aksu, G., Altay, H., 2021. Kuraklık stresi altında indol asetik asitin şeker pancarına (*Beta vulgaris* L.) etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi.* 10 (3):276-283.
- Asgharipour, M.R., Heidari, M., 2011. Effect of potassium supply on drought resistance in sorghum: plant growth and macronutrient content. *Pak. J. Agri. Sci.* 4893:197-204.
- Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany.* 59(2):206-216.
- Ashraf, M., 2010. Inducing drought tolerance in plants: recent advances. *Biotechnol. Adv.*, 28(1):169-183.
- Bajji, M., Kinet, J.M., Lutts, S., 2002. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regul.* 36:61-70.
- Barr, H.D., Weatherley, P.E., 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* 15(3): 413-428.
- Chen, J.J., Yu, B.P., 1994. Alterations in mitochondrial membrane fluidity by lipid peroxidation products. *Free Radical Biology and Medicine.* 17(5):411-418.
- Denby, K., Gehring, C., 2005. Engineering drought and salinity tolerance in plants: lessons from genome-wide expression profiling in *Arabidopsis*. *Trends in Biotechnology.* 23(11):547-552.
- Dlugokecka, E., Kacperska-palacz, A., 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injuries. *Biologia Plantarum.* 20(4):262-267.
- Dolatabadian, A., Sanavy, S.A., Chashmi, N.A., 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stress. *J. Agron. Crop Sci.* 194: 206-213.
- Ertekin, F., 2010. Kabakta (*Cucurbita* spp.) yeşil aksam ve kök bölgesindeki iyon dağılımının tuz stresine toleransın belirlenmesinde kullanım olanakları üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara Yüksek Lisans Tezi, 109s.
- Ezzat-Ollah, E., Shakiba, M.R., Mahboob, S.A., 2007. Water stress, antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in wheat seedling. *Int. J. Food Agri. Environ.* 5:149-153.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. ve Basra S. M. A., 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Agron Sustain. Dev.* 29:185-212.
- Fayez, A.K., Bazaid, A.S., 2014. Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 13:45-55
- Ferroni L., Baldissarotto C., Pantaleoni L., Billi, P., Fasulo M.P., Pancaldi S., 2007. High salinity alters chloroplast morpho-physiology in a fresh water kirchneriella species (*Selenastraceae*) from Ethiopian lake awasa. *American Journal of Botany.* 94(12):1972-1983.
- Ghanem M. E., Ghars M. A., Frettinger P., Pérez-Alfocea F., Lutts S., Wathelet J., Jardin P. J., Fauconnier M. L., 2012. Organ-dependent oxylipin signature in leaves and roots of salinized tomato plants (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Plant Physiology.* 169 (11):1090-1101.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fores, K., 2002. Effects of salt stress on growth inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Exp. Botany.* 47:39-50.
- Gulen H, Eris A (2003) Some physiological changes in strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* cv. 'Camarosa') plants under heat stress. *J Hort Sci Biotech.* 78:894-898.
- Hameed, A., Bibi, N., Akhter, J., Iqbal, N., 2011. Differential changes in antioxidants, proteases, and lipid peroxidation in flag leaves of wheat genotypes under different levels of water deficit conditions. *Plant Physiology and Biochemistry.* 49:178-185.
- Hoffmann, C.M., 2010. Sucrose accumulation in sugar beet under drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 196: 243-252.

- Huang, Y., Bie, Z., Liu, Z., Zhen, A., Wang, W., 2009. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber. *Soil Science and Plant Nutrition*. 55(5): 698-704.
- Jungklang, J., Saengnil, K., Uthaibutra, J., 2017. Effects of water-deficit stress and paclobutrazol on growth, relative water content, electrolyte leakage, proline content and some antioxidant changes in *Curcuma alismatifolia* Gagnep cv. Chiang Mai Pink. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 24:1505–1512.
- Kabir, M.E., Karim, M.A., Azad, M.A.K., 2004. Effect of potassium on salinity tolerance of mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *J Bio Sci*. 4:103–110.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. The effect of drought on plants and tolerance mechanisms. *G. U. Journal Of Science*. 18(4): 723- 740.
- Kara T., Apan M., 2000. Tuzlu taban suyunun sulamalarda kullanımı için bir hesaplama yöntemi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15(3):62-67.
- Khan, A., Bakht, J., Bano, A., Malik, N.J., 2011. Effect of plant growth regulators and drought stress on groundnut (*ArachisHypogaea* L.) genotypes . *Pak. J. Bot*. 43(5): 2397-2402.
- Koçtürk, B.Ö., 2005. Ceviz kabuğunun kırılma karakteristiklerinin belirlenmesi., Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 50 s.
- Kovács, D., 2000. Diófalevélből jó komposztot. *Biokultúra* 11(6):20-21.
- Kuşvuran, Ş., Elhalthoğlu, Ş., Yaşar, F., Abak, K., 2007. Effects of salt stress on ion accumulations and some of the antioxidant enzymes activities in melon (*Cucumis melo* L.). *International Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2(5): 351-354.
- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R., 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biol. Soc. Trans*. 11:591-592.
- Lutts, S., Kinet J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*. 78:389–398.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses:an overview. *Archives Biochemistry and Biophysics*. 444:139-158.
- Mokhtar, M., Baslam, M., Ben-Laouane, R., Anli, M., Boutasknit, A., Mitsui, T., Wahbi, S., Meddich, A., 2020. Alleviation of Detrimental Effects of Salt Stress on Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) by the Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and/or Compost. *Front. Sustain. Food Syst*. 4:131.
- Molnar, I., Gaspar, L., Stehli, L., Dulai, S., Sarvari, E., Kirali, I., Galiba, G. and Molnar-Lang, M., 2002. The effect of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and *Aegilops biuncialis* genotypes originating from various habitats. *Acta Biologica Szegediensis*. 46 (3–4):115–6.
- Mugdal V., Madaan N., Mudgal, A., 2010. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants. *International Journal of Botany*. 6(2):136-143.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. 25: 239–250.
- Nadeem, S.M., Imran, M., Naveed, M., Khan, M.Y., Ahmad, M., Zahir, Z.A., Crowley, D.E., 2017. Synergistic use of biochar, compost and plant growth-promoting rhizobacteria for enhancing cucumber growth under water deficit conditions. *J Sci Food Agric*. 97(15):5139-5145.
- Osmolovskaya, N., Dung, V. V., Kuchaeva, L., 2018. The role of organic acids in heavy metal tolerance in plants. *Biological Communications*. 63(1):9–16.
- Perez-Lopez, U., Robredo, A., Lacuesta, M., Mena-Petite, A., Munoz-Rueda, A., 2008. The impact of salt stress on the water status of barley plants is partially mitigated by elevated CO<sub>2</sub>. *Environmental and Experimental Botany*. 66 (3): 463-470.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*. 161:1189-1202.
- Ruszkai, Gy., 2011. Komposztátljunk diólevelet. *Biokultúra*. 22(5):10-11.
- Sabagh, A.; Sorour, S.; Omar, A.E.; Ragab, A.; Islam, M.S.; Ueda, A.; Saneoka, H., 2015. Alleviation of adverse effects of salt stress on soybean (*Glycine max.* L.) by using osmoprotectants and organic nutrients. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng*. 9:921–925.
- Sairam, R.K., Rao, K.V., Srivastava, G., 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Sci*.163:1037–1046.
- Sairam, R.K., Tyagi, A., 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science*. 86:407-421.
- Silva, M.A., Jifon, J.L., Silva, J.A.G., Sharma, V., 2007. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. *Braz. J. Plant Physiol*. 19(3):193–201.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. *Plant Physiology*, Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, pp: 623.
- Tartoura, K. A. H., 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *Am. Euras. J. Agric. Environ. Sci*. 9: 208–216.

- Tirczka, I., Hayes, M., 2012. Different sources and doses of walnut leaves and mixed fruit leaves on compost quality, tested through germination tests using white mustard (*Sinapis alba*) as the test plant species. *Tájökölógiai Lapok*. 10(2): 419-426.
- Tuteja N., 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in Enzymology*. 428: 419-438.
- Ud Din, M.M., Khan, M.I., Azam, M., Ali, M.H., Qadri, R., Naveed, M., Nasir, A., 2023. Effect of biochar and compost addition on mitigating salinity stress and improving fruit quality of tomato. *Agronomy*. 13: 2197.
- Uzoma, K.C., Inoue, M., Andry, H., Fujimaki, H., Zahoor, A., Nishihara, E., 2011. Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. *Soil Use Manage.* 27:205-212.
- Wang, Z.L., Huang, B.R., 2004. Physiological recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. *Crop Sci.* 44:1729–1736.
- Wei, G.P., Yang, L.F., Zhu, Y.L., Chen, G., 2009. Changes in oxidative damage, antioxidant enzyme activities and polyamine contents in leaves of grafted and non-grafted eggplant seedling under stress by excess of calcium nitrate. *Scientia Horticulturae*. 12: 443-451.
- Wild, A., 2003. *Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Yakıt, S., Tuna, A.L., 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniv. Der.* 19(1): 59-67.
- Yang, X., X. Chen, Q. Ge, B. Li, Y. Tong, A. Zhang, Z. Li, T. Kuang, C. Lu. 2006. Tolerance of photosynthesis to photo-inhibition, high temperature and drought stress in flag leaves of wheat: a comparison between a hybridization line and its parents grown under field conditions. *Plant Science*. 171:389–97.
- Yaşar, F., 2003. Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van Doktora Tezi*, 138 s.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Yıldız, K., 2008. Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation, and chlorophyll content in green bean. *Russian Journal of Plant Physiology*. 55(6): 782–786.
- Yılmaz E., Tuna A. L., Bürün, B., 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*. 7(1): 47-66.
- Zahoor, R., Zhao, W., Abid, M., Dong, H., Zhou, Z., 2017. Potassium application regulates nitrogen metabolism and osmotic adjustment in cotton (*Gossypium hirsutum L.*) functional leaf under drought stress. *Journal of Plant Physiology*. 215:30–38.
- Zhang, W., Wei, J., Guo, L., Fang, H., Liu, X., Liang, K., Niu, W., Liu, F., Siddique, K.H.M., 2023. Effects of two biochar types on mitigating drought and salt stress in tomato seedlings. *Agronomy*. 13:1039.
- Zhu, J., Bie, Z., Li, Y., 2008. Physiological and growth responses of two different salt-sensitive cucumber cultivars to NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*. 54: 400-407.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC BY 4.0 International License.