

NaCl Stresinin Bazı Armut ve Ayva Anaçlarının Yaprak Bakır, Bor, Çinko, Demir ve Mangan İçeriklerine Etkisi

Melih AYDINLI^{*1}, Fatma YILDIRIM², Bahar TÜRKELİ¹

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 17, Issue 1,
Page 1-9, 2022

Özet: Tuzluluk, gelişmiş bitkilerde verimliliği sınırlandıran önemli abiyotik stres faktörlerindedir. Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde görülen besin maddesi dengesizliği, hücre bütünlüğünün bozulmasına neden olmakta, bu durum ise bitkiler için hayati olan metabolik fonksiyonların bozulmasına yol açmaktadır. İki yıl tekrarlamalı olarak yapılan çalışmada; 18 litrelik saksılarda bulunan armut (OHxF 97, OHxF 333, Fox 11) ve ayva (BA 29) anaçlarında kontrol, 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl içeren sulama suyu ile stres oluşturulmuştur. İki ayın sonunda alınan yaprak örneklerinde Fe, Cu, Mn, Zn ve B mikro element içerikleri saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre NaCl stresi altında farklı armut ve ayva anaçlarında Fe, Cu, Mn, Zn ve B mikro element içerikleri anaçlara ve NaCl konantrasyonuna bağlı olarak yıllara göre değişkenlikler göstermiştir. Genel olarak şiddetli (80 mM) NaCl stresi altında mikro element içeriklerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. İki yıl ortalamasına göre tuzlu koşullarda toplam mikro element alımı yaklaşık %6 oranında azalmıştır. Her iki yılda da tuz stresi altında B elementi alımının azaldığı saptanmıştır. Çalışmada Fe ve Mn alımında Fox 11 ve BA 29 anaçları; Zn ve Cu alımında Fox 11 anacı ve B alımında OHxF 97 ve OHxF 333 anaçları ön plana çıkmıştır. Genelde Fox 11 ve BA 29 anaçlarının topraktan daha fazla mikro besin elementi kaldırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, armut, anaç, mikro elementler

The Effect of NaCl Stress on Leaves Copper, Boron, Zinc, Iron and Manganese Contents of Some Pear and Quince Rootstocks

Abstract: Salinity is one of the most important abiotic stress factors limiting the productivity in higher plants. The nutrition imbalance in plants that exposed to salinity caused deterioration of cell integrity which leads to the impairment of metabolic functions that are vital for plants. The research was carried out repeatedly for two years. In 18 liter pots pear (OHxF 97, OHxF 333, Fox 11) and quince (BA 29) rootstocks were stressed which containing control, 20 mM, 40 mM and 80 mM NaCl. At the end of study the changes of Fe, Cu, Mn Zn and B elements that occur in leaves together with salt stress were investigated. According to the results of the research, Fe, Cu, Mn, Zn and microelement contents in different pear and quince rootstocks under NaCl stress varied over the years depending on the rootstocks and salt concentration. Especially in plants exposed to heavy NaCl stress (80 mM), it was observed that the existing changes were more clear. Compared to the two-year average, the total microelements intake decreased by approximately 6% in saline conditions. It was determined that the intake of B element decreased under salt stress in both years. Our results showed that Fox 11 and BA 29 rootstocks in Fe and Mn uptake; Fox 11 rootstock in Zn and Cu uptake, and OHxF 97 and OHxF 333 rootstocks in B uptake were noted. In general, Fox 11 and BA 29 rootstocks were found to remove more micronutrients from the soil.

Keywords: Salt stress, pear, rootstock, micro elements

***Sorumlu yazar (Corresponding author)**
melihaydinli85@gmail.com

Alınış (Received): 25/08/2021
Kabul (Accepted): 07/03/2022

¹Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,
Isparta-Eğirdir, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Dünyada, kurak ve yarı kurak bölgelerde (dünya alanlarının yaklaşık %46'sı) tuzlulaşan (çoraklaşan) alanlarının giderek artması, artan gıda ihtiyacının karşılanmasında önemli tehdit oluşturmaktadır. Nitekim bu bölgelerde sulanan tarım arazilerinin yaklaşık %50'sinde tuzluluk sorunu vardır (Karakaya vd., 2018). Ülkemizde de tuzdan etkilenen alanların yaklaşık 1.5-2 milyon hektar olduğu rapor edilmektedir (Koç ve Kanber, 2020). Özellikle ülkemizde sulamaya açılan tarım alanlarında yapılan yanlış sulama, gübreleme nedeniyle ortaya çıkan tuzluluk ve alkalilik sorunu tarımın sürdürülebilirliğini kısıtlamaktadır.

Çevresel stres faktörlerinden biri olan tuz stresi bir bitkinin fizyolojik işlevini ve biyokimyasal yapısını etkilemekte; sonuçta bitki gelişimi ve verimi azalmakta, hatta ölüme neden olmaktadır (Khan vd., 2019; Munns, 2005; Foolad, 2004). Tuz stresi bitki hücresi içerisinde, osmotik strese (su eksikliğine), hücrel iyon homeostazının bozulmasına ve oksidatif strese neden olarak bitki metabolizmasını olumsuz etkilemektedir (Kim vd., 2020; Mansour ve Ali, 2017; Rengasamy, 2010; Byrt ve Munns, 2008; Ashraf ve Harris, 2004; Marschner, 1995; Ashraf ve Wu 1994). Öncelikle kök rizosferinde tuz miktarının artması ile birlikte osmotik stres oluşmakta (Tuteja, 2007), bu stresin devamında ortamda artan sodyum (Na) ve klor (Cl) iyonlarının gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle birlikte besin eksikliği veya dengesizliği meydana gelmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005). Genellikle aşırı Na birikimi, potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) başta üzere katyonların alımını inhibe etmekte, böylece hücrel homeostazda ve oksidatif streste dengesizliğe yol açmaktadır. Bu durum ise fotosentez gibi bitkinin birçok fizyolojik işlevlerini değiştirmektedir (Kim vd., 2020).

Bitkiler, sağlıklı büyüme ve gelişme için mineral madde adı verilen bitki besin elementlerine gereksinim duymaktadırlar. Bu besin elementleri genelde metabolik olaylara göre önemli bileşiklerin yapısına katılmakta ve enzim aktivitelerinde önemli rol oynamaktadırlar (Bolat ve Kara, 2017). İhtiyaç duyulan besin elementleri makro ve mikro olarak sınıflandırılmıştır. Makro elementler bitki bünyesinde daha fazla miktarlarda bulunmasına rağmen, bitkinin sağlıklı bir gelişim göstermesi ve nihayetinde optimum verime ulaşmasında mikro besin maddeleri de oldukça elzemdir. Bergmann (1992) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bor (B) gibi besin maddeleri, bitkiler için önemli olan bazı mikro elementlerdendir. Ancak mikro elementlerin alımı çeşitli faktörler tarafından sınırlanmaktadır (Talei vd., 2012). Bu faktörler çevre (toprak kireci, pH'sı, toprak tuzluluğu, organik madde düzeyi, besin element durumu vb.) ve genotip (türü, kök yapısı, yaşı, gelişme dönemi, besin elementi alım yeteneği

vb.) olmak üzere başlıca iki grupta toplanmaktadır (Talei vd., 2012; Küçüküyük vd., 2009; Kaçar, 1995). Şüphesiz tuz stresi belirtilen bu faktörlerin en önemlilerinden biridir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerde mikro besin elementlerinin alımı ve birikimi oldukça değişkenlik göstermektedir. Örneğin sodyum klorür (NaCl) stresi altındaki fasulye bitkisinin yapraklarında Fe ve Mn miktarının arttığı, Zn ile Cu miktarının ise azaldığı (Boshkovski vd., 2020) bildirilmiştir. Kirazda tuz stresi sonucunda sürgünlerin üst yapraklarındaki Fe ve Zn miktarının etkilenmediği rapor edilmiştir (Papadakis vd., 2007).

Bilindiği üzere modern meyve yetiştiriciliğinde anaçlar kullanılmaktadır. Ağacın kök kısmını oluşturan anaçların topraktan mineral madde alma ve taşıma yetenekleri farklılık göstermektedir (Polat vd., 2020; Amiri ve Fallahi 2009). Aynı zamanda tuz stresi altında anaçlar besin maddesi alımında farklı tepkiler göstermektedirler. Nitekim EMC ve Sydo ayva anaçları ile Farold 40 armut anacı üzerine aşılı olan "Abbe Fetel" armut çeşidinde yapılan tuz stresi çalışmasında, ayva anaçları üzerine aşılı olan bitkilerin yapraklarında daha fazla miktarda Na ve Cl iyonları belirlenmiştir (Musacchi vd., 2006). Bunun dışında anaçların üzerlerine aşılı olan çeşitlerin tuz stresine karşı tolerans ve hassasiyet durumlarını etkilediği; bademde (Zrig vd., 2016), kirazda (Küçüküyük vd., 2015), kajuda (Ferreira-Silva vd., 2010), hıyarda (Zhen vd., 2010), domateste (He vd., 2009) ve mandarinde (García-Sánchez vd., 2002) yapılan çalışmalar ile saptanmıştır.

Armut (*Pyrus communis* L.) dünyada yetiştiriciliği yapılan önemli bir ılıman iklim meyve türüdür ve 2019 yılında Dünya armut üretimi 24.010 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2019). Türkiye ise dünya armut üretiminde ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye'de armut üretimi 545.6 bin tondur ve üretimin bir önceki yıla göre %2.8 arttığı görülmektedir (Anonim, 2021). Bu artıştaki en büyük etken armut üreticisinin iyi kazanç sağlamasının yanında son yıllarda ateş yanıklığına dayanıklı (OHxF 333) ve yarı bodur anaçların (BA 29) kullanıldığı sık dikim kapama bahçelerinin giderek artmasıdır. Diğer ılıman iklim meyve türlerinde olduğu gibi armut türü de tuzluluğa karşı hassastır (Maas, 1993) ve uzun süre nispeten düşük tuzluluğa maruz kaldığında zarar görmektedir (Okubo vd., 2000).

Yapılan bu çalışmada, farklı düzeylerde oluşturulan NaCl stresi altında armut yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan armut (OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11) ve ayva (BA 29) anaçlarının yapraklarındaki mikro element içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne (MAREM) ait soğutma kontrolü bulunan sera içerisinde

Tablo 1. Bitkilere uygulanan NaCl konsantrasyonları

Uygulama Konuları	Sulama Suyundaki NaCl Konsantrasyonları
T1 (kontrol)	Kontrol (kuyu suyu) 0.3 dS m ⁻¹ * (~ 3 mM)
T2 (hafif stres)	2 dS m ⁻¹ (~20 mM)
T3 (orta stres)	4 dS m ⁻¹ (~40 mM)
T4 (ağır stres)	8 dS m ⁻¹ (~80 mM)

2017 ve 2018 yılları vejetasyon dönemlerinde iki yıl tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Araştırmada doku kültürü ile çoğaltılan OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 armut anaçları ile hendek daldırma yöntemi ile elde edilen BA 29 ayva anacı materyal olarak kullanılmıştır.

2.1. Araştırmada yer alan NaCl konsantrasyonları

Denemede 1 yaşlı aşısız anaçlar kullanılmıştır. Bu anaçlar 18 lt'lik drenaj özelliği bulunan saksılara dikilmişlerdir. Araştırmada yetiştirme ortamı olarak kum, bahçe toprağı (elenmiş) ve torf (1:2:1) kullanılmıştır. Araştırmada kontrol ile üç farklı konsantrasyonda NaCl içeren uygulamalar yer almış ve uygulamaların içerikleri Tablo 1'de verilmiştir. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü ve tekerrürde 5 bitki olacak şekilde kurulmuştur.

Uygulamalara her iki yılda da Temmuz ayının ikinci haftasında başlanmıştır. Sulamalar belirlenen saksı tarla kapasitesine göre yapılmıştır. Araştırmada sulama aralığı 4-5 gün olarak belirlenmiştir.

Uygulamaların ilk yılında bitkilerde ortaya çıkan tuz zararından dolayı çalışma 18.09.2017 tarihinde, ikinci yılında ise 20.09.2018 tarihinde sonlanmıştır. Her iki yılda da deneme sonunda bitkiler kök boğazından kesilmiştir. Deneme sonunda her bitkinin orta kısmından, gelişmesini yeni tamamlamış yapraklar alınarak etiketlenmiş, laboratuvara getirilmiştir. Mineral madde analizleri için yaprak örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl'de

ve daha sonra saf suda yıkanarak 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlar daha sonra 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüşlerdir (Kaçar ve İnal, 2008). Kurutulmuş yaprak örnekleri mikrodalga fırında yağ yakma metodu ile kral suyu (3:1 oranında HCl/HNO₃) kullanılarak yakılmış ve analizlere hazırlanan örneklerdeki Fe, Cu, Mn, Zn ve B konsantrasyonları ICP-AES (Spektro Arcos Blue2) cihazı ile belirlenmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).

2.2. İstatistik analizi

Elde edilen bulgular, JMP 8 yazılım programında, varyans analiz yöntemi ile F testine göre kontrol edildikten sonra, uygulamalar arasındaki farklılıklar, LSD Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1. NaCl stresinin yapraklardaki Fe içeriğine etkisi

Bazı armut ve ayva anaçlarının yapraklarındaki Fe miktarları Tablo 2'de sunulmuştur.

2017 yılında, Fe içerikleri bakımından "anaç × uygulama" interaksyonu ve anaçlar arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır (Tablo 2). Bu yılda uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuş ve en yüksek Fe içeriği 80 mM (79.41 ppm) uygulamasında, en düşük 40 mM uygulamasında (70.03 ppm) saptanmıştır. 2018 yılında yapılan ikili karşılaştırmalarda; kontrol uygulamasındaki anaçlar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiş, OHxF 333

Tablo 2. NaCl stresi ile yapraklarda meydana gelen Fe miktarındaki değişimleri (ppm)

Yıl	Uygulamalar	Anaçlar					Ortalama
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29		
2017	Kontrol	72.35 ^{0d}	74.25	74.55	81.72	76.22 ^{ab}	
	20 mM	78.31	71.92	69.34	72.10	72.92 ^{bc}	
	40 mM	69.33	65.60	76.06	69.12	70.03 ^c	
	80 mM	81.52	69.23	85.36	81.53	79.41 ^a	
	Ortalama	75.38 ^{0d}	70.25	76.33	76.62	-	
2018	Kontrol	61.88 ^{A12}	55.25 ^{A2}	67.54 ^{A1}	68.53 ^{A1}	63.30 ^a	
	20 mM	52.99 ^{A1}	55.59 ^{A1}	58.09 ^{A1}	62.61 ^{A1}	57.32 ^{bc}	
	40 mM	61.56 ^{A1}	58.92 ^{A1}	65.04 ^{A1}	64.45 ^{A1}	62.49 ^{ab}	
	80 mM	46.26 ^{A2}	52.12 ^{A2}	62.72 ^{A1}	55.87 ^{A12}	54.24 ^c	
	Ortalama	55.67 ^b	55.47 ^b	63.35 ^a	62.86 ^a	-	
		2017			2018		
Anaç		Öd			*		
Uygulama		*			*		
Anaç × Uygulama		Öd			Öd		

Üslü büyük harfler aynı anaç içerisindeki uygulamalar arası; üslü sayılar aynı uygulama içerisindeki anaçlar arası; küçük harfler aynı yılda uygulama ortalamaları ve anaç ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir (p<0.05). Öd: Önemli değil.

Tablo 3. NaCl stresi ile yapraklarda meydana gelen Cu miktarındaki değişimleri (ppm)

Yıl	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
2017	Kontrol	7.15 ^{A12}	7.21 ^{A12}	10.08 ^{A1}	5.16 ^{A2}	7.40 ^{Öd}
	20 mM	6.72 ^{A1}	8.83 ^{A1}	8.03 ^{B1}	7.16 ^{A1}	7.68
	40 mM	7.59 ^{A1}	8.90 ^{A1}	8.85 ^{AB1}	6.02 ^{A1}	7.84
	80 mM	6.56 ^{A2}	8.30 ^{A1}	7.57 ^{B12}	4.88 ^{A3}	6.83
	Ortalama	7.00 ^b	8.31 ^a	8.63 ^a	5.81 ^c	-
2018	Kontrol	5.14 ^{Öd}	5.23	6.78	5.47	5.65 ^a
	20 mM	4.42	5.05	6.31	4.65	5.11 ^a
	40 mM	5.33	5.17	5.01	5.33	5.20 ^a
	80 mM	3.68	4.37	4.85	4.17	4.14 ^b
	Ortalama	4.64 ^{Öd}	4.96	5.61	4.90	-
			2017		2018	
	Anaç		*		Öd	
	Uygulama		Öd		*	
	Anaç × Uygulama		Öd		Öd	

Üslü büyük harfler aynı anaç içerisindeki uygulamalar arası; üslü sayılar aynı uygulama içerisindeki anaçlar arası; küçük harfler aynı yılda uygulama ortalamaları ve anaç ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir ($p < 0.05$). Öd: Önemli değil.

anacı Fox 11 ve BA 29 anaçlarına göre önemli derecede düşük Fe içeriğine sahip olmuştur (Tablo 2). 80 mM uygulamasında ise Fox 11 anacı, OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarına göre önemli derecede yüksek Fe içeriğine sahip olmuştur. Bu yılda anaç ortalamaları dikkate alındığında, Fox 11 ve BA 29 anaçları diğer iki anaca göre önemli derecede daha yüksek Fe içeriği sağlamışlardır. 2018 yılında uygulama ortalamaları arasında farklar da önemli bulunmuş ve en yüksek Fe içeriği kontrol uygulamasında (63.30 ppm), en düşük 80 mM uygulamasında (54.24 ppm) saptanmıştır.

3.2. NaCl stresinin yapraklardaki Cu içeriğine etkisi

Bazı armut ve ayva anaçlarının yapraklarındaki Cu içerikleri Tablo 3'te verilmiştir.

2017 yılında, Cu içerikleri bakımından "anaç × uygulama" interaksyonu ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır (Tablo 3). Bu yılda yapılan ikili karşılaştırmalarda, kontrol uygulamasında Fox 11 anacı BA 29 anacına göre önemli düzeyde yüksek Cu içeriği sağlamıştır. 80 mM

uygulamasında ise BA 29 anacı ile diğer anaçlar arasında istatistik anlamda önemli fark çıkmış ve BA 29 (4.88 ppm) en düşük Cu içeriğine sahip olmuştur. Yine bu bakımdan OHxF 333 anacı ile OHxF 97 arasında önemli fark bulunmuştur. Bu yılda anaç ortalamaları dikkate alındığında Fox 11 (8.63 ppm) ve OHxF 333 (8.31 ppm) anaçları diğer iki anaca göre önemli derecede daha yüksek Cu içeriği sağlamışlardır. 2018 yılında, Cu içerikleri bakımından "anaç × uygulama" interaksyonu ve anaç faktörleri arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır (Tablo 3). Bu yılda uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde 80 mM uygulamalarında Cu içeriğinin diğer uygulamalara kıyasla azaldığı belirlenmiş ve en düşük miktar bu (4.14 ppm) uygulamalarında elde edilmiştir.

3.3. NaCl stresinin yapraklardaki Mn içeriğine etkisi

Bazı armut ve ayva anaçlarının yapraklarındaki Mn içerikleri Tablo 4'te sunulmuştur.

2017 yılında, Mn içerikleri bakımından "anaç × uygulama" interaksyonu ve anaçlar arasındaki farklar önemsiz

Tablo 4. NaCl stresi ile yapraklarda meydana gelen Mn miktarındaki değişimleri (ppm)

Yıl	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
2017	Kontrol	44.33 ^{A1}	45.14 ^{A1}	46.24 ^{A1}	50.48 ^{B1}	46.55 ^b
	20 mM	46.91 ^{A1}	44.90 ^{A1}	45.58 ^{A1}	43.62 ^{C1}	45.26 ^b
	40 mM	43.00 ^{A1}	42.80 ^{A1}	52.93 ^{A1}	45.44 ^{C1}	46.04 ^b
	80 mM	52.19 ^{A12}	44.43 ^{A2}	55.14 ^{A1}	55.70 ^{A1}	51.86 ^a
	Ortalama	46.61 ^{Öd}	44.32	49.97	48.81	-
2018	Kontrol	52.23 ^{Öd}	50.51	51.64	55.06	52.36 ^{Öd}
	20 mM	52.76	42.88	51.12	50.28	49.26
	40 mM	40.01	51.43	44.66	45.72	46.21
	80 mM	42.07	43.06	50.11	47.13	45.59
	Ortalama	46.77 ^{Öd}	46.97	50.13	49.55	-
			2017		2018	
	Anaç		Öd		Öd	
	Uygulama		*		Öd	
	Anaç × Uygulama		Öd		Öd	

Üslü büyük harfler aynı anaç içerisindeki uygulamalar arası; üslü sayılar aynı uygulama içerisindeki anaçlar arası; küçük harfler aynı yılda uygulama ortalamaları ve anaç ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir ($p < 0.05$). Öd: Önemli değil.

Tablo 5. NaCl stresi ile yapraklarda meydana gelen Zn miktarındaki değişimleri (ppm)

Yıl	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
2017	Kontrol	16.90 ^{A12}	15.03 ^{A2}	21.00 ^{A1}	15.81 ^{A2}	17.18 ^{Öd}
	20 mM	16.43 ^{A1}	15.07 ^{A1}	18.40 ^{A1}	14.64 ^{A1}	16.14
	40 mM	16.57 ^{A1}	14.71 ^{A1}	20.15 ^{A1}	16.21 ^{A1}	16.91
	80 mM	16.50 ^{A1}	14.86 ^{A1}	17.71 ^{A1}	15.35 ^{A1}	16.11
	Ortalama	16.60 ^b	14.92 ^b	19.31 ^a	15.50 ^b	-
2018	Kontrol	12.85 ^{A2}	13.86 ^{A2}	21.05 ^{A1}	16.15 ^{A1}	15.98 ^a
	20 mM	13.05 ^{A1}	12.79 ^{A1}	15.03 ^{B1}	14.58 ^{A1}	13.86 ^{bc}
	40 mM	13.22 ^{A1}	15.37 ^{A1}	14.86 ^{B1}	17.53 ^{A1}	15.24 ^{ab}
	80 mM	11.11 ^{A1}	12.10 ^{A1}	13.31 ^{B1}	12.50 ^{A1}	12.26 ^c
	Ortalama	12.56 ^c	13.53 ^{bc}	16.06 ^a	15.19 ^{ab}	-
		2017			2018	
Anaç		*			*	
Uygulama		Öd			*	
Anaç × Uygulama		Öd			Öd	

Üslü büyük harfler aynı anaç içerisindeki uygulamalar arası; üslü sayılar aynı uygulama içerisindeki anaçlar arası; küçük harfler aynı yılda uygulama ortalamaları ve anaç ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir ($p < 0.05$). Öd: Önemli değil.

çıkmıştır (Tablo 4). Bu yılda yapılan ikili karşılaştırmalarda, 80 mM uygulamasında OHxF 333 anacı (44.43 ppm) Fox 11 (55.14 ppm) ve BA 29 (55.70 ppm) anaçlarına göre önemli derecede düşük Mn içeriğine sahip olmuştur. Yine BA 29 anacında 80 mM uygulamasında (55.70 ppm) diğer uygulamalara göre önemli derecede yüksek Mn içeriği saptanmıştır. Bu yılda uygulama ortalamaları dikkate alındığında 80 mM uygulamasında (51.86 ppm) diğer uygulamalardan önemli derecede yüksek Mn içeriği belirlenmiştir. 2018 yılında, Mn içerikleri bakımından “anaç × uygulama” interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır (Tablo 4). Bununla birlikte bu yılda genelde kontrol bitkilerinde tuz stresi uygulanan bitkilerine göre nispeten daha yüksek Mn içeriği saptanmıştır.

3.4. NaCl stresinin yapraklardaki Zn içeriğine etkisi

Bazı armut ve ayva anaçlarının yapraklarının Zn içerikleri Tablo 5’te gösterilmiştir.

2017 yılında, Zn içerikleri bakımından “anaç × uygulama” interaksyonu ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır (Tablo 4). Bu yılda yapılan ikili karşılaştırmalarda, kontrol uygulamasında Fox 11 anacı (21.00 ppm) OHxF 333 (15.03 ppm) ve BA 29 (15.81 ppm) anaçlarına göre önemli derecede yüksek Zn içeriğine sahip olmuştur. Bu yılda anaç ortalamaları dikkate alındığında Fox 11 (19.31 ppm) anacı diğer anaçlara göre önemli derecede yüksek Zn içeriği sağlamıştır. 2018 yılında, Zn içerikleri bakımından “anaç × uygulama” interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte yapılan ikili karşılaştırmalarda, Fox 11 anacı (21.05 ppm) diğer anaçlara göre önemli derecede yüksek Zn içeriğine sahip olmuştur. Yine Fox 11 anacında, kontrol uygulamasında diğer uygulamalara göre önemli derecede yüksek Zn içeriği saptanmıştır. Bu yılda hem anaç ortalamaları hem de uygulama ortalamaları arasında önemli farklar çıkmıştır. Anaç ortalamaları dikkate alındığında, Fox 11 anacı (16.06 ppm) OHxF 97 (12.56 ppm) ve OHxF 333

Tablo 6. NaCl stresi ile yapraklarda meydana gelen B miktarındaki değişimleri (ppm)

Yıl	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
2017	Kontrol	27.91 ^{A1}	24.53 ^{A1}	24.35 ^{A1}	23.93 ^{A1}	25.18 ^{Öd}
	20 mM	24.39 ^{A1}	25.05 ^{A1}	22.79 ^{A1}	24.79 ^{A1}	24.25
	40 mM	26.81 ^{A1}	26.21 ^{A1}	23.25 ^{A1}	23.54 ^{A1}	24.95
	80 mM	23.86 ^{A12}	25.84 ^{A1}	23.78 ^{A12}	21.65 ^{A2}	23.78
	Ortalama	25.74 ^a	25.41 ^a	23.54 ^b	23.48 ^b	-
2018	Kontrol	34.17 ^{A1}	32.89 ^{A1}	20.84 ^{A2}	20.45 ^{A2}	27.09 ^{Öd}
	20 mM	27.18 ^{A1}	29.54 ^{A1}	20.59 ^{A1}	25.20 ^{A1}	25.63
	40 mM	26.00 ^{A12}	28.72 ^{A1}	21.91 ^{A23}	19.82 ^{A3}	24.11
	80 mM	24.77 ^{A1}	27.16 ^{A1}	20.23 ^{A1}	22.20 ^{A1}	23.59
	Ortalama	28.03 ^a	29.58 ^a	20.89 ^b	21.92 ^b	-
		2017			2018	
Anaç		*			*	
Uygulama		Öd			Öd	
Anaç × Uygulama		Öd			Öd	

Üslü büyük harfler aynı anaç içerisindeki uygulamalar arası; üslü sayılar aynı uygulama içerisindeki anaçlar arası; küçük harfler aynı yılda uygulama ortalamaları ve anaç ortalamaları arasındaki farkı göstermektedir ($p < 0.05$). Öd: Önemli değil.

(13.53 ppm) anaçlarına göre önemli derecede yüksek Zn içeriğine sahip olmuştur. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek Zn içeriği kontrol bitkilerinde (15.98 ppm) saptanırken, en düşük 80 mM uygulamasında (12.26 ppm) belirlenmiştir.

3.5. NaCl stresinin yapraklardaki B içeriğine etkisi

Bazı armut ve ayva anaçlarının yapraklarının B içerikleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Her iki deneme yılında da B içerikleri bakımından "anaç x uygulama" interaksyonu ve uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemsiz bulunurken, anaç ortalamaları arasındaki farklar önemli çıkmıştır (Tablo 6). 2017 yılında yapılan ikili karşılaştırmalarda, 80 mM uygulamasında OHxF 333 (25.84 ppm) ile BA 29 (21.65 ppm) anacı arasında önemli fark bulunmuştur. 2018 yılında yapılan ikili karşılaştırmalarda ise kontrol uygulamasında OHxF 97 ve OHxF 333 anaçları Fox 11 ve BA 29 anaçlarına göre önemli düzeyde yüksek B içeriği sağlamışlardır. Yine 40 mM uygulamasında, OHxF 333 anacı en yüksek B içeriği sağlamış ve bu bakımdan Fox 11 ile BA 29 arasında önemli fark oluşmuştur. Anaç ortalamaları dikkate alındığında her iki yılda da OHxF 97 ve OHxF 333 anaçları Fox 11 ve BA 29 anaçlarına göre önemli düzeyde yüksek B içeriğine sahip olmuşlardır.

4. Tartışma

Çoğu mikro besin maddesinin mevcudiyeti, toprak çözeltilisinin pH' sına ve pE' sine, ayrıca organik ve inorganik partikül yüzeylerindeki bağlanma bölgelerinin doğasına bağlıdır (Grattan ve Grieve 1999). Bununla birlikte tuzlu ve sodik topraklarda mikro besinlerin (örn. Cu, Fe, Mn, Mo ve Zn) çözünürlüğü düşüktür ve bu topraklarda yetişen bitkilerde genellikle mikro elementlerde eksiklikler ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, tuzluluk ve mikro element beslenmesi arasındaki ilişki karmaşıktır ve tuzluluk; bitki dokularında mikro besin konsantrasyonunu artırabilir, azaltabilir veya hiçbir etkisi olmayabilir (Grattan ve Grieve, 1999). Bu durum bitki türüne, bitki dokusuna, tuzluluk seviyesine, mikro elementlerin konsantrasyonuna ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Grattan ve Grieve, 1999; Talei vd., 2012). Bu çalışmada da NaCl stresi altında farklı armut ve ayva anaçlarının yapraklarında belirlenen Fe, Cu, Mn, Zn ve B mikro elementleri bakımından anaçlara ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yıllar bazında değişken sonuçlar elde edilmiştir.

Denemenin birinci yılında (2017) yüksek tuz stresi (80 mM) Fe içeriğini artırmıştır. Bu artışın nedeni anaçların yüksek tuz stresine yanıt vermek üzere fotosentezi iyileştirmek için klorofil sentezi yapmak olabilir (Guo vd., 2019). Bununla birlikte, denemenin ikinci yılında (2018) kontrol uygulama ile karşılaştırıldığında tuz uygulamalarında Fe

içeriği azalmış, bu azalış 80 mM uygulamasında en fazla olmuştur. Bitkilerin Fe içeriğine tuzluluğun etkisi üzerine yayımlanan literatürlere bakıldığında tutarsız raporlar bulunmaktadır. Nitekim, tuz stresi altında bakla sürgünlerinde (Doğan vd., 2012); pamuk yapraklarında, gövdesinde ve köklerinde (Abdelhamid vd., 2013), ıspanakta (Kim vd., 2020), zencefil yapraklarında (Yin vd., 2021) Fe miktarının azaldığı saptanırken, kiraz yapraklarında etkilenme olmadığı (Papadakis vd., 2007) bildirilmiştir. Yine BA 29 ve Quince anaçlarında tuz stres şiddetinin artışı ile yapraklardaki Fe konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir (Sotiropoulos vd., 2006). Buna karşın Guo vd. (2019) tuza tolerant ve hassas pamuk bitkilerinde yüksek tuz stresinin kök ve yapraklardaki Fe içeriğini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Yine Grattan ve Grieve, (1999) atfen tuzluluk, bezelye (Dahiya ve Singh, 1976), domates, soya fasulyesi ve kabak (Maas vd., 1972) sürgünlerinde Fe içeriğini artırmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz iki yıllık verilere göre tuzluluğun Fe alımına etkisinin değişken olduğunu göstermektedir. Bu durumun yıllar bazında Fe alımında tuz şiddeti ile birlikte diğer çevresel faktörler ve genotip etkileşimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada, Fe alımı üzerine genotip etkisi görülmüş ve her iki yılda da Fox 11 ve BA 29 anaçları diğer iki anaca göre daha yüksek seviyede Fe alımı ve birikimi sağlamışlardır. Nitekim genotipin (türü, kök yapısı, yaşı, gelişme dönemi, besin elementi alımı ve taşınması yeteneği vb.) besin maddesi alımı üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Kacar, 1995; Erdal vd., 2005; Talei vd., 2012; Penella vd., 2015).

Cu içeriği bakımından denemenin birinci yılında (2017) özellikle Fox 11 anacının kontrol bitkilerinde 80 mM uygulamasındaki bitkilere göre önemli düzeyde azalış olduğu saptanmıştır. Bu azalış önemli bulunmasa da nispeten ikinci yıl (2018) sonuçlarında da belirlenmiştir. Ayrıca tuz uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yüksek doz olan 80 mM uygulamasında her iki yılda da nispeten düşük Cu içeriği saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda tuz stresi ile birlikte bitki bünyesindeki Cu miktarının değiştiğine dair sonuçlar yer almaktadır. Nitekim tuz stresi ile Cu konsantrasyonunun marulda azaldığı (Borghesi vd., 2013), kabakta arttığı (Moreno vd., 2000), arpada ise değişmediği (Ahmed vd., 2013) ifade edilmiştir. Yine Guo vd. (2019) pamukta genel olarak tuz stresinin köklerde Cu içeriğini azalttığını, yapraklarda ise artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Cu alımı üzerine genotip etkisi tam açık olarak ortaya çıkmamıştır. Nitekim denemenin birinci yılında (2017) en düşük Cu içeriğine sahip olan BA 29 anacı ikinci yılda (2018) en yüksek Cu içeriğini sağlamıştır. Yine birinci yılda en yüksek değerleri gösteren OHxF 333 ve Fox 11 anacı, ikinci yılda en düşük değerlere sahip olmuşlardır. Bu durumun muhtemelen çalışma dönemlerinde, bitki mekanizmasındaki farklılıklardan dolayı ileri geldiği düşünülmektedir. Buna karşın Fox 11 ve BA 29 anaçlarının

her iki yılda da 80 mM uygulamasında Cu alımını azalttığı ve bu iki anacın tuz stresi altında Cu alımına tepki verdiği söylenebilir. Bu durumun daha açık ortaya çıkabilmesi için 80 mM' dan daha yüksek konsantrasyonların denenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Denemenin birinci yılında yüksek tuz stresi (80mM) Mn içeriğini artırmıştır. Çalışmada, Fe içeriği ile paralel olarak Mn içeriğinin de artmış olması, bitkilerin yüksek tuz stresine yanıt olarak fotosentezi iyileştirmek için klorofil sentezi yapmak olduğunu göstermektedir. Nitekim Mn, bitkilerin fotosentez ve solunumu ile yakından ilgili olan klorofil sentezinde katalitik bir rol oynar (Guo vd., 2019). Denemenin ikinci yılında (2018) ise kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında tuz uygulamalarında Mn içeriği azalmış, ancak uygulamalar arasında fark önemli olmamıştır. Benzer şekilde *Andrographis paniculata* Nees. bitkisinde, tuz stresi altında Mn içeriğinin azaldığı saptanmıştır (Talei vd., 2012). Buna karşın pamukta yapılan bir çalışmada tuz stresi altında kök ve yapraklarda Mn içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Guo vd., 2019). Buğdayda yapılan çalışmada ise hem kök hem de yapraklarda kontrol bitkileri ile benzer düzeylerde Mn içeriği saptanmıştır. Çalışma sonuçları ve literatür bilgileri birlikte değerlendirildiğinde tuz stresinin Mn içeriği üzerine etkileri değişkenlik göstermektedir. Ancak genelde tuzluluğun bitki bünyesindeki Mn içeriğini azalttığı söylenebilir (Guo vd., 2019). Çalışmada, Mn alımı üzerine genotip etkisi önemli bulunmamakla birlikte, nispeten her iki yılda da Fox 11 ve BA 29 anaçlarında daha yüksek seviyede Mn içeriği saptanmıştır. Sheng vd. (2020)' da, tuz stresi altında Mn içeriği bakımından iki buğday varyetesi arasında önemli fark bulunmamıştır.

Zn içerikleri bakımından denemenin her iki yılında da anaçlara ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değişken sonuçlar elde edilmiştir. Her iki yılda yapılan ikili karşılaştırmalarda, kontrol uygulamasında Fox 11 anacı diğer anaçlara göre önemli derecede yüksek Zn içeriği sağlamıştır. Denemenin ikinci yılında (2018) ise Fox 11 anacında NaCl stresi uygulamaları kontrole göre Zn içeriğini önemli derecede azalttığı saptanmıştır. Yine tüm anaçlarda 80 mM uygulaması Zn alımını nispeten düşürmüştür. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, 2018 yılında, kontrol uygulamasına göre 80 mM uygulaması Zn alımını önemli derecede azaltmıştır. Tuzlu koşulların Zn içeriğini azalttığı pamukta (Doğan vd., 2012), *Andrographis paniculata* Nees. bitkisinde (Talei vd., 2012) ve baklada (Abdelhamid vd., 2013) bildirilmiştir. Buna karşın Guo vd. (2019) tuz stresinin pamuk kök ve yapraklarında Zn içeriğini önemli derecede artırdığını rapor etmişlerdir. Çalışma sonuçları ve literatür bilgileri birlikte değerlendirildiğinde tuz stresinin Zn içeriği üzerine etkileri değişkenlik göstermektedir. Çalışmada, Zn alımı üzerine genotip etkisi görülmüş ve her iki yılda da Fox 11 anacı önemli derece yüksek seviyede Zn alımı ve birikimi sağlamıştır. Bu anacı BA 29 izlemiştir. Ortaya çıkan sonuç

anaçların Zn alım yeteneği ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

B içerikleri bakımından denemenin birinci yılında 80 mM uygulamasında; denemenin ikinci yılında ise kontrol uygulaması ile 40 mM uygulamasında OHxF 333 anacı diğer anaçlara göre önemli derecede yüksek B içeriği sağlamıştır. Uygulamalar arasında her iki yılda da önemli fark çıkmamış ancak kontrol ile karşılaştırıldığında tuz uygulamalarında B içeriği azalmış, bu azalış 80 mM uygulamasında en fazla olmuştur. Guo vd. (2019), pamukta tuz stresi altında köklerin B içeriğinin azaldığını, yapraklarda ise arttığını bildirmişlerdir. Turuncgillerde ise tuz stresi ile B miktarının etkilenmediği rapor edilmiştir (Alvarez-Gerding vd., 2015). Çalışmada, B alımı üzerine genotip etkisi görülmüş ve her iki yılda da OHxF 333 ve OHxF 97 anaçları diğer iki anaca göre önemli seviyede B alımı ve birikimi sağlamışlardır. Bununla birlikte bu iki anaçta tuz stresi uygulamaları B alımını nispeten düşürmüştür. Guo vd. (2019)' da yüksek tuz stresinin tuza tolerant pamuk varyetesinin (L24) yapraklarında kontrole göre B içeriğini önemli derecede arttırdığını, hassas olan varyetede ise (X25) böyle bir etkinin saptanmadığını bildirmişlerdir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, 2017 ve 2018 yıllarında, kontrollü sera koşullarında, farklı aşısız armut ve ayva anaçlarına farklı tuz konsantrasyonları iki ay boyunca uygulanmış ve deneme sonunda alınan yaprak örneklerinde mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn ve B) analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; kontrol ve tuzlu koşullardaki anaç kombinasyonları arasında nispeten küçük farklılıklar ve doğrusal olmayan ilişkiler saptanmış; bitkilerin mikro element miktarları değişkenlik göstermiştir. Bununla birlikte iki yıl ortalamasına göre tuzlu koşullarda mikro element alımı yaklaşık %6 oranında düşmüştür. Her iki yılda da tuz stresi altında B elementi alımı azalmıştır. Çalışmada, Fe ve Mn alımında Fox 11 ve BA 29 anaçları; Zn alımında Fox 11 anacı ve B alımında OHxF 97 ve OHxF 333 anaçları ön plana çıkmıştır. Genel bir değerlendirme yapıldığında ise Fox 11 ve BA 29 anaçlarının toplamda daha fazla mikro besin elementi kaldırdığı söylenebilir. Ancak kesin kaniya varmak için farklı tuz kaynakları ile birlikte daha yüksek tuz seviyeleri altında incelemelerin yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Mevcut çalışmanın gerçekleşmesi adına 1160721 numaralı proje ile destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu' na (TÜBİTAK) teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca araştırmamızın yürütülmesi için fiziki altyapısını kullanıma sunan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü' ne (MAREM) ve kurum bünyesindeki değerli araştırmacılara teşekkür ederiz.

Yazar Katkı Oranları

Melih Aydınlı: Araştırma, Orijinal Taslak Yazımı, Kaynak, Materyal, Malzeme Temini; Fatma Yıldırım: Araştırma, İnceleme ve Düzenleme, Denetim, Gözlem, Tavsiye; Bahar Türkeli: Araştırma, Metodoloji, Doğrulama.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

- Abdelhamid, M. T., Sadak, M., Schmidhalter, U., & El-Saad, A. K. (2013). Interactive effects of salinity stress and nicotinamide on physiological and biochemical parameters of faba bean plant. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 499-510.
- Ahmed, I. M., Dai, H., Zheng, W., Cao, F., Zhang, G., Sun, D., & Wu, F. (2013). Genotypic differences in physiological characteristics in the tolerance to drought and salinity combined stress between Tibetan wild and cultivated barley. *Plant Physiology and Biochemistry*, 63, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.11.004>
- Alvarez-Gerding, X., Espinoza, C., Inostroza-Blancheteau, C., & Arce-Johnson, P. (2015). Molecular and physiological changes in response to salt stress in *Citrus macrophylla* W plants overexpressing Arabidopsis CBF3/DREB1A. *Plant Physiology and Biochemistry*, 92, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.04.005>
- Amiri, M. E., & Fallahi, E. (2009). Potential of mineral up-take efficiency by some apple rootstocks. *The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI*. <https://escholarship.org/uc/item/58p8c7cn>
- Anonim, 2021. Armut Haziran-2021 Tarım Ürünleri Piyasa Raporu. TEPGE. Erişim adres <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- Ashraf, M., & Wu, L. (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1), 17-42. <https://doi.org/10.1080/07352689409701906>
- Ashraf, M., & Harris, P. J. C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166(1), 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.10.024>
- Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants: visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer, Stuttgart, Germany.
- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Borghesi, E., Carmassi, G., Uguccioni, M. C., Vernieri, P., & Malorgio, F. (2013). Effects of calcium and salinity stress on quality of lettuce in soilless culture. *Journal of Plant Nutrition*, 36(5), 677-690. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.721909>
- Boshkovski, B., Tzerakis, C., Doupis, G., Zapolska, A., Kalaitzidis, C., & Koubouris, G. (2020). Relationships of spectral reflectance with plant tissue mineral elements of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drought and salinity stresses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(5), 675-686. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1729789>
- Byrt, C. S., & Munns, R. (2008). Living with salinity. *New Phytologist*, 179(4), 903-905.
- Dahiya, S. S., & Singh, M. (1976). Effect of salinity, alkalinity and iron application on the availability of iron, manganese, phosphorus and sodium in pea (*Pisum sativum* L.) crop. *Plant Soil*, 44, 697-702.
- Doğan, İ., Özyiğit, İ. İ., & Demir, G. (2012). Mineral element distribution of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings under different levels. *Pakistan Journal of Botany*, 44, 15-20.
- Ferreira-Silva, S. L., Silva, E. N., Carvalho, F. E. L., de Lima, C. S., Alves, F. A. L., & Silveira, J. A. G. (2010). Physiological alterations modulated by rootstock and scion combination cashew under salinity. *Scientia Horticulturae*, 127(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.010>
- Foolad, M. R. (2004). Recent advances in genetics of salt tolerance in tomato. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 76(2), 101-119.
- García-Sánchez, F., Jifon, J. L., Carvajal, M., & Syvertsen, J. P. (2002). Gas exchange chlorophyll and nutrient contents in relation to Na⁺ and Cl⁻ accumulation in 'Sunburst' mandarin grafted on different rootstocks. *Plant Science*, 162(5), 705-712. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00010-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00010-9)
- Grattan, S. R., & Grieve, C. M. (1998). Salinity-nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), 127-157. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00192-7)
- Guo, H., Li, S., Min, W., Ye, J., & Hou, Z. (2019). Ionomic and transcriptomic analyses of two cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.) provide insights into the ion balance mechanism of cotton under salt stress. *PLoS one*, 14(12), e0226776. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226776>
- He, Y., Zhu, Z., Yang, J., Ni, X., & Zhu, B. (2009). Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 270-278. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.02.007>
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541-549. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420516>
- Kaçar, B. (1995). *Bitki Ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma Ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara, Türkiye.

- Kaçar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki analizleri*. Nobel Yayın, Ankara, Türkiye.
- Karakaya, A., Uysal, M., Sözüdoğru, O. S., Çaycı, G., Kendir, H., Arcak, S., Koç, A., Gümüş, A. A., Omar, B., Akça, M. O., Temiz, Ç., Gönülal, E., & Özbedel, N. (2018). Tuzlu ve Alkali Alanlarda Kullanılabilecek Bazı Bitki Türlerinin Tespiti ve Adaptasyonu Projesi Sonuç Raporu. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Erozyon Kontrolü Dairesi Başkanlığı.
- Khan, M. S., Akther, T., Mubarak Ali, D., & Hemalatha, S. (2019). An investigation on the role of salicylic acid alleviate the saline stress in rice crop (*Oryza sativa* (L)). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *18*, 101027. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101027>
- Kim, B. M., Lee, H. J., Song, Y. H., & Kim, H. J. (2021). Effect of salt stress on the growth, mineral contents, and metabolite profiles of spinach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *101*, 3787-3794. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11011>
- Koç, D. L., & Kanber, R. (2020). Tuzlu-Sodyumlu Helvacı Serisi Topraklarının Tuzluluk ve Sodyumluluk Belirteçlerinin Değişimi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, *23*(4), 1064-1077. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.597992>
- Küçükyumuk, C., Yıldız, H., Küçükyumuk, Z., & Ünlükara, A. (2015). Responses of "0900 Ziraat" sweet cherry variety grafted on different rootstocks to salt stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *43*(1), 214-221. <https://doi.org/10.15835/nbha4319754>
- Küçükyumuk, Z., & Erdal, İ. (2009). Anaç ve Çeşidin Elmanın Mineral Beslenmesine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *4*(2), 8-16.
- Maas, E. V. (1993). Salinity and citriculture. *Tree physiology*, *12*(2), 195-216. <https://doi.org/10.1093/treephys/12.2.195>
- Maas, E. V., Ogata, G., & Garber, M. J. (1972). Influence of salinity on Fe, Mn, and Zn uptake by plants. *Agronomy Journal*, *64*, 793-795. <https://doi.org/10.2134/agronj1972.00021962006400060026x>
- Mansour, M. M. F., & Ali, E. F. (2017). Evaluation of proline functions in saline conditions. *Phytochemistry*, *140*, (52-68). <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.04.016>
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, England.
- Moreno, D. A., Pulgar, G., & Romero, L. (2000). Yield improvement in zucchini under salt stress: determining micronutrient balance. *Scientia Horticulturae*, *86*(3), 175-183. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00149-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00149-7)
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, *167*(3), 645-663. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x>
- Musacchi, S., Quartieri, M., & Tagliavini, M. (2006). Pear (*Pyrus communis*) and quince (*Cydonia oblonga*) roots exhibit different ability to prevent sodium and chloride uptake when irrigated with saline water. *European Journal of Agronomy*, *24*(3), 268-275. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.10.003>
- Okubo, M., Furukawa, Y., & Sakuratani, T. (2000). Growth flowering and leaf properties of pear cultivars grafted on two Asian pear rootstock seedlings under NaCl irrigation. *Scientia Horticulturae*, *85*(1-2), 91-101. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00145-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00145-4)
- Papadakis, I. E., Veneti, G., Chatzissavvidis, C., Sotiropoulos, T. E., Dimassi, K. N., & Therios, I. N. (2007). Growth mineral composition. leaf chlorophyll and water relationships of two cherry varieties under NaCl-induced salinity stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, *53*(3), 252-258. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00130.x>
- Penella, C., Nebauer, S. G., Quinones, A., San Bautista, A., López-Galarza, S., & Calatayud, A. (2015). Some rootstocks improve pepper tolerance to mild salinity through ionic regulation. *Plant science*, *230*, 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.10.007>
- Polat, D., Yıldırım, F., & Yıldırım, A. N. (2020). Identification of Minerals in Leaves of 14 Apple Rootstocks in Stool Bed Condition. *Erwerbs-Obstbau*, *62*(1), 77-81.
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, *37* (7), 613-620.
- Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Tsiarakoglou, V., & Dimassi, K. N. (2006). Response of the quince genotypes BA 29 and EMA used as pear rootstocks to boron and salinity. *International Journal of Fruit Science*, *6*(4), 93-101. https://doi.org/10.1300/J492v06n04_09
- Talei, D., Kadir, M. A., Yusop, M. K., Valdiani, A., & Abdullah, M. P. (2012). Salinity effects on macro and micronutrients uptake in medicinal plant King of Bitters (*Andrographis paniculata* Nees.). *Plant Omics Journal*, *5*(3), 271-278.
- Tuteja, N. (2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in Enzymology*, *428*, 419-438. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(07\)28024-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(07)28024-3)
- Vikipedi, 2021. Dünya nüfusu. Erişim adresi https://tr.wikipedia.org/wiki/D%C3%BCnnya_n%C3%B Cfusu#:~:text=
- Yin, F., Zhang, S., Cao, B., & Xu, K. (2021). Low pH alleviated salinity stress of ginger seedlings by enhancing photosynthesis, fluorescence, and mineral element contents. *PeerJ*, *9*, e10832.
- 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 and Plant Nutrition*, *56*(2), 263-271. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2010.00448.x>
- Zrig, A., Mohamed, H. B., Tounekti, T., Khemira, H., Serrano, M., Valero, D., & Vadel, A. M. (2016). Effect of rootstock on salinity tolerance of sweet almond (cv. Mazzetto). *South African Journal of Botany*, *102*, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.09.001>