

Çileklerin Yaprak Besin Elementi İçerikleri Üzerine Farklı Dozlarda Tuz Uygulamalarının Etkileri*

Rojbin KAMAR^{1**}, Mehmet Ali SARIDAŞ², Sevgi PAYDAŞ KARGI^{3***}

^{1,2,3}Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0003-2119-7300>

²<https://orcid.org/0000-0001-5781-8581>

³<https://orcid.org/0000-0002-5180-1874>

**Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

***Sorumlu yazar: sevpay@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 23.03.2023

Kabul tarihi:26.07.2023

Online Yayınlanma: 22.01.2024

Anahtar Kelimeler:

Akdeniz iklimi

Bitki besleme

Fragaria × *ananassa* Duch

Stres

ÖZ

Bu araştırma; Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait İspanyol tipi yüksek tünel altında, saksı denemesi şeklinde, 2020-2021 yetiştiricilik döneminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada önceki yıllarda yapılan melezleme çalışmaları sonucunda üstün bulunan 112, 36 No'lu çilek genotipleri ile Fortuna çeşidi kullanılmıştır. Denemede bitkilere; normal su (Kontrol-0,5 dS/m) ve 4 farklı tuz konsantrasyonu (1 dS/m-1,5 dS/m-2 dS/m-2,5 dS/m NaCl) ile sulama uygulamaları yapılmıştır. Araştırmada; yoğun tuz birikiminin kökler tarafından bitki besin elementlerinin bitkiye taşınmasını azalttığı; N, Mg, Fe, Mn gibi besin elementlerinin alınımını olumsuz etkilediği, uzun süre tuzlu toprağa maruz kalan bitkilerin canlı kalma oranlarının düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca farklı tuz dozlarına maruz bırakılan çileklerde, bitki besin elementlerinin alınımının, genotiplere bağlı olduğu da belirlenmiştir.

Effects of Different Salt Concentrations on Leaf Nutrient Content of Strawberries

Research Article

Article History:

Received: 23.03.2023

Accepted: 26.07.2023

Published online: 22.01.2024

Keywords:

Mediterranean climate

Plant nutrition

Fragaria × *ananassa* Duch

Stress

ABSTRACT

This study has been carried out in the Spanish type high tunnel as pot experiment in Çukurova University Horticulture Department, at 2020-2021 growing period. In this study, 112, 36 strawberry genotypes detected in previous years which were found to be superior as a result of crossing studies and also Fortuna cultivar have been used. It has been performed 4 different salt concentrations (1 dS/m-1.5 dS/m-2 dS/m-2.5 dS/m NaCl) and Control (water 0.5 dS/m) without salt application were applied to plants in this experiment. According to the findings obtained in this research; It has been found that decreased survival rates of plants due to plant exposing salty soils for a long time. It was determined that intense salt accumulation decreased the transport of plant nutrients to the plant by the roots, negatively affected the uptake of nutrients such as N, Mg, Fe, Mn. Also, it has been determined that the uptake of plant nutrients in strawberries exposed to different salt doses is dependent on genotypes.

To Cite: Kamar R., Sarıdaş MA., Paydaş Kargı S. Çileklerin Yaprak Besin Elementi İçerikleri Üzerine Farklı Dozlarda Tuz Uygulamalarının Etkileri. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(1): 46-57.

*Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir. FYL202113542.

1. Giriş

Bitkilerin en iyi şekilde gelişmesi ve yeterli seviyede ürün verebilmesi için bitki besin elementlerinin optimum düzeyde olması gerekmektedir. Topraktaki besin elementi içeriğinin yeterli olması ve uygun iklim koşullarının da varlığı durumunda bitkiler bunlardan önemli faydalar sağlayabilmektedirler (Geoffrey ve Marvin, 1993). Ancak bitkilerin aşırı gübrenmesi ve kuraklık zaman içerisinde topraklarda tuzluluk sorununa neden olmaktadır.

Tuzluluk; artan dünya nüfusunu besleyebilmek için gerekli tarım ürünlerinin yetiştiriciliğini önemli düzeyde kısıtlayan çevre faktörlerinin en önemlilerinden birisidir (Botella ark., 2005). Oluşma sebeplerine göre primer (doğal) ve sekonder tuzluluk olarak iki gruba ayrılmaktadır. Primer tuzluluğun oluşma nedenlerini; ana kayaların ayrışması, tuz deposu okyanuslar ve iklimsel etmenler oluşturmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Sekonder tuzluluğun oluşma sebepleri ise; tarımsal alanlarda yoğun sulama ile çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı suyu seviyesinin toprak yüzeyine kadar yükselmesi, aşırı otlama, bir bölgenin doğal vejetasyonunu yok ederek tarım arazilerinin başka amaçlara açılması ve toprakların tuzluluğa sebep olan kimyasallarla kontaminasyonu olarak sıralanabilmektedir (Pessarakli ve Szabolcs, 1999). Dünyadaki tuzdan etkilenmiş toprakların büyük kısmını Na_2SO_4 ve NaCl 'ün sebep olduğu tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Pessarakli ve Szabolcs, 1999). Toprak tuzluluğu, dünya çapında yaklaşık 800 milyon hektarlık ekilebilir araziye olumsuz etkilemektedir. Bir toprak çözeltisinin elektriksel iletkenliği (EC) yaklaşık 4 dS m^{-1} 'e (40 mM NaCl 'ye eşdeğer) ulaştığında söz konusu toprak tuzlu olarak kabul edilmektedir. Bu durum yaklaşık $0,2 \text{ MPa}$ 'lık bir ozmotik basınç üreterek çoğu ürünün verimini önemli ölçüde azaltmaktadır (Munns ve Tester, 2008; Acosta-Motos ve ark., 2017). Türkiye'de yaklaşık 1,5 milyon hektarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Tuz toleransı, yüksek oranlarda tuz içeriğine sahip olan ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda farklı tuz kaynaklarının çilek çeşitlerinde tuza tolerans durumlarını belirlemede sulama suyuna eklenen Na_2SO_4 ve NaHCO_3 'ün çilek üzerinde zararlı etkileri tetiklemediği, klorlu suların (NaCl ve KCl) fitotoksisteye neden olduğu da kaydedilmiştir.

Çileklerde tuz stresi konusunda çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Turhan ve Eris (2004), tuz stresi koşullarında çilek bitkilerinde mikro elementler, kuru ağırlık ve klorofil miktarındaki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada "Camarosa" ve "Tioga" çilek çeşitlerine 10 hafta boyunca çeşitli tuz konsantrasyonları (0, 750, 1000, 2000 mg/L) uygulanmıştır. Keutgen ve Pawelzik (2008), dört aylık tuz stresine maruz bırakılan "Elsanta" ve "Korona" çeşitlerinin tuzluluk toleransını araştırmışlardır. Yurtseven ve ark. (2012), lisimetrede farklı düzeydeki sulama suyu tuzluluğu ve yıkama oranı uygulamalarının toprak profilindeki tuz değişimlerine etkilerini incelemişlerdir. Sandhu ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada 8 diploid çilek genotipinin yüksek tuzluluk koşullarındaki fizyolojik ve genetik tepkilerini incelemişlerdir. Ferreira ve ark. (2019), beş ticari çilek çeşidinde, artan sulama suyu tuzluluğunun dokulardaki Cl^- , kök ve yaprak sapındaki Na^+ miktarını arttırdığını belirlemişlerdir.

Zahedi ve ark. (2019), tuzlu topraklarda çilekte verim ve büyümenin olumsuz etkilendiğini, selenyum-nanopartiküllerinin (Se-NPs) bu konu üzerine pozitif etki yaptığını bildirmişlerdir. Lamnai ve ark. (2021), tuz stresindeki (0 ve 80 mM NaCl) çilek bitkilerine salisilik asit (SA) uygulamalarının etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmalarında; 0 mM, 0,25 mM ve 0,5 mM gibi farklı SA konsantrasyonları seçmişlerdir. Roshdy ve ark. (2021), iki yıl süreyle, saksı denemeleri şeklinde “Camarosa” çeşidinde, tuz stresine (0, 20, 40 mM NaCl) karşı yapraklara su püskürtme (Kontrol), 30, 60 ve 90 ppm salisilik asit (SA) uygulamışlardır.

Tarımda istenilen miktar ve kalitede ürünün elde edilmesinin birinci şartı toprakların verimliliklerinin artırılmasıdır. Toprak verimliliğini arttırmada en önemli faktörlerden birisi de bitki besin elementleridir. Besin elementleri bitki gelişiminin önemli bir parçası olup, bir veya daha fazlasının noksanlığı verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Topraklardan en uygun verimi alabilmek için dengeli gübreleme yapmak ve bitki besin elementlerinin noksanlıklarını gidermek şarttır.

Bitki besin elementi miktarı farklı dönemlerde farklı çevre koşullarına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Var olan besin elementlerinin alımı çevresel faktörlere bağlı olarak değişebildiği gibi alınan elementlerin bitki için etkisi de aynı şekilde olamamaktadır.

Bu çalışmada, tuz uygulamalarının ticari öneme sahip çilek çeşidi ile uzun yıllar devam eden melezleme ıslahı programlarından üstün özellikli oldukları için seçilmiş melez çilek genotiplerinin yapraklarındaki makro ve mikro besin element içerikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı; 36°59' N enlem, 35°18' E boylam dereceleri arasında yer almakta olup, denizden ortalama yüksekliği 40 m'dir. Sulama suyundaki farklı tuz konsantrasyonlarının çilek yapraklarındaki makro ve mikro element içeriği üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada, bitkisel materyal olarak Fortuna çeşidi ile 36 ve 112 No'lu seçilmiş melez çilek genotipleri kullanılmıştır (Sarıdaş, 2018). Çalışma 2020-2021 çilek yetiştirme döneminde İspanyol tipi yüksek tünel altında yürütülmüştür. Denemede 3,1 litre hacmindeki plastik saksılar kullanılmıştır. Harç olarak 3:1 oranında torf ve perlit karışımı hazırlanmış ve saksı başına 2 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Bitkiler, Ekim ayının ikinci haftasında dikilmiş ve saksılar tünel altındaki masalara yerleştirilmiştir. Deneme bitkilerini kontrollü bir şekilde sulamak için Ekim ayının ilk haftasında, yukarıda açıklanan yetiştirme ortamından örnekler alınarak Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde tarla kapasitesini belirlemek üzere ölçümler yapılmıştır. Her sulamada bitkilere verilecek su miktarı yapılan hesaplamalara göre belirlenmiştir. Tuz uygulamaları; 1 dS/m-1,5 dS/m-2 dS/m-2,5 dS/m ve Kontrol (0,5 dS/m) olmak üzere 5 farklı konsantrasyonda saksı hacmine göre NaCl olarak ayarlanmış ve sulama suyuyla verilmiştir. Kontrol grubundaki bitkiler normal su ile sulanmıştır. Tuz uygulamalarına Aralık ayının ilk haftasında başlanmıştır.

Deneme, 5 farklı dozda tuz uygulaması X 3 çilek genotipi X 3 tekerrür X her tekerrürde 5 bitki olmak üzere 225 saksıda yürütülmüştür. Araştırma, “tesadüf parsellerinde faktöriyel düzen” deneme desenine göre kurulmuştur. Sulama sıklığı sıcaklığa bağlı olarak aylara göre değişim göstermiştir. Ekim-Kasım-Aralık-Ocak-Şubat aylarında, ayda 5 defa sulama yapılırken, Mart ayında 7, Nisan ayında 8, Mayıs ayında ise 9 defa sulama yapılmıştır.

Denemede, Kacar ve İnal (2008)’a göre, yapraklarda makro ve mikro besin element analizleri “Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü” laboratuvarında yapılmıştır. Denemeden elde edilen bütün parametreler JMP 8.1.0. paket programında “Tesadüf parsellerinde faktöriyel düzen” deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak istatistiksel analizleri yapılmıştır. Ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan araştırmalar her bir besin elementinin bitkide ayrı ayrı görevinin olduğunu ortaya koymuştur. Besin elementinin noksanlığı veya fazlalığı bitkiyi fizyolojik olarak olumsuz etkileyebilmektedir. Bitkilerin besin elementlerini alabilmeleri; topraktaki besin elementi miktarı, besin elementlerinin birbirleriyle olan antogonistik ve sinerjistik ilişkileri, iklim, mevsimsel değişim, toprak tipi, toprak nemi, bitki gelişim durumu ve kültürel uygulamalar gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir.

Bu çalışmanın orijinalliği; ticari öneme sahip Fortuna çilek çeşidi ile melezleme ıslahıyla elde edilmiş ve üstün özellikleri nedeniyle seçilmiş melez çilek genotiplerinin son dönemlerin en önemli sorunlarından birisi olan tuzluluğa karşı durumlarını anlayabilmek için farklı tuz konsantrasyonlarına karşı besin element alımlarının karşılaştırılması olup, elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Makro Besin Elementleri (%)

Yaprak Azot Değerleri (N)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan farklı tuz uygulamalarının yaprak azot (N) değerleri üzerine etkileri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde; genotip, doz ve genotip x doz etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Çilek genotiplerine farklı tuz konsantrasyondaki uygulamalarının yaprak N değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 1,5dS/m-2 dS/m tuz uygulamalarının N düzeyini en yüksek seviyeye çıkardığı (%2,8) ve bu değer diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak farklı olduğu dikkati çekmiştir. Söz konusu değeri 2,5 dS/m tuz uygulaması izlemiş olup, en düşük yaprak N değeri tuz uygulaması yapılmayan Kontrol ve 1 dS/m tuz konsantrasyonunda ölçülmüştür. Genotipler arasından en yüksek N, %2,8 değeriyle 36 No’lu genotipde gözlemlenirken, en düşük değer (%2,6) 112 No’lu genotipde saptanmıştır. Yaprak N değerlerinin genotip x doz etkileşimleri arasındaki farklar önemli olup, en yüksek N değeri %3,1 olarak 36 No’lu genotipin 2 dS/m’lik tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Yaprak azot değerlerinde her ne kadar istatistiksel farklar belirlenmiş olsa da pratik olarak çok anlamlı bir fark görülmemiştir.

Genotip x doz etkileşimi daha anlamlı olup, %2,3 ile %3,1 arasında dağılım göstermiştir. 36 ve 112 No’lu genotiplerde tuz dozunun yaprak azot değerini biraz artırma eğilimi olduğu görülse de Fortuna çeşidinde karmaşık bir durum olduğu dikkati çekmiştir.

Azot, tüm bitkilerin önemli yapı unsuru olarak kabul edilen proteinin yapıtaşı, klorofil, enzim ve vitaminlerin yapısında yer alan önemli bir besin elementidir. Bu nedenle bitkilerin azot seviyelerindeki artışlar protein miktarını ve dolayısıyla büyümeyi hızlandırmaktadır. Keutgen ve Pawelzik (2008), yapmış oldukları çalışmada tuz stresi arttıkça bitkide bulunan Na⁺ konsantrasyonunun arttığını bildirmişlerdir. Turhan ve Eris (2004), tuz stresi koşullarında “Camarosa” ve “Tioga” çilek çeşitlerine 10 hafta boyunca çeşitli tuz konsantrasyonları (0, 500, 1000, 2000 mg/L) uygulamışlar ve tuz uygulamalarının toplam klorofil içeriğini değiştirmediğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmadaki N değerlerinin bu çalışmadan elde edilen yaprak N değerleriyle karşılaştırılması halinde benzerlik gösterdikleri dikkati çekmiştir.

Tablo 1. Denemede incelenen üç çilek genotipine farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamalarının yaprak azot (N) değerleri üzerine etkileri (%)

DOZLAR	Doz ort.	36 No’lu genotip	112 No’lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	2,6 B ¹	2,5 f-1	2,4 h1	2,9 bcd
1 dS/m	2,6 B	2,5 gh1	2,7 d-g	2,7 def
1,5 dS/m	2,8 A	2,8 cde	2,5 f-1	3,1 ab
2 dS/m	2,8 A	3,1 a	2,7 de	2,6 e-h
2,5 dS/m	2,7 AB	3,0 abc	2,8 cde	2,3 ı
	Ortalama	2,8 A	2,6 B	2,7 AB
	² Genotip***	Doz***	Genotipxdoz***	

(1):Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): ***:p<0,001

Yaprak Potasyum Değerleri (K)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının yaprak potasyum (K) değerleri üzerine etkileri Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’den yaprak K değerlerinde, genotip ve genotip x doz etkileşimi arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu, doz uygulamaları arasındaki farkların ise önemsiz olduğu saptanmıştır. Genotipler arasında en yüksek K değeri %1,83 ile 36 No’lu genotipde gözlemlenirken, en düşük değerler aynı istatistiksel grupta yer alan Fortuna çeşidi (%1,33) ile 112 No’lu genotipde (%1,41) saptanmıştır.

Yaprak potasyumunda genotip x doz etkileşimi arasındaki farklar önemli olup, en yüksek K değeri (%2,26) 36 No’lu genotipin 2 dS/m’lik tuz uygulamasından elde edilmiştir.

Çilek meyvesinde büyüme ve gelişmede rol oynayan K elementi, ortalama değerlere göre uygulanan tuz miktarlarından etkilenmemiş, ancak genotiplerin tuz uygulamalarına farklı tepkiler verdikleri dikkati çekmiştir.

Çilekte K için kritik değerin %1 olduğu savunulmaktadır (Ağaoğlu, 1986). Kacar ve İnal (2008), çilek yapraklarında K yeterlilik sınırlarının %1,30 ile %3,0 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen K miktarları önceki çalışmalarda bulunan sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Bilgin (2002), yaptığı çalışmada NaCl uygulama dozu arttıkça K içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Bu sonuç, yapılan bu çalışmadaki bazı genotiplerde görülmüştür.

Tablo 2. Denemede incelenen üç çilek genotipine farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamalarının yaprak potasyum (K) değerleri üzerine etkileri (%)

DOZLAR	Doz ort.	36 No'lu genotip	112 No'lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	1,36	1,31 c-f ¹	0,98 f	1,80 a-d
1 dS/m	1,50	1,57 b-f	1,59b-f	1,35 c-f
1,5 dS/m	1,40	1,91 abc	1,17 def	1,10 ef
2 dS/m	1,40	2,26 a	1,74 a-e	1,24 def
2,5 dS/m	1,62	2,12 ab	1,57 b-f	1,15 def
	Ortalama	1,83 A	1,41B	1,33 B
	² Genotip*	Doz:ÖD	Genotipxdoz*	

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.: Önemli Değil; * :p<0,05

Yaprak Magnezyum Değerleri (Mg)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının yaprak Magnezyum değerleri üzerine etkileri Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'den genotip, doz ve genotip x doz etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Farklı çilek genotiplerine değişik dozlarda tuz uygulamalarının yaprak Mg değeri üzerine etkilerine bakıldığında, 2 dS/m ve 2,5 dS/m tuz uygulamasının Mg düzeyini en yüksek seviyeye çıkardığı (% 0,77 ve % 0,75), bu değer diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak farklı olduğu dikkati çekmiştir. En düşük yaprak Mg değeri (% 0,68), 1 dS/m tuz konsantrasyonunda ölçülmüştür. Genotipler arasından en yüksek Mg değeri 2 dS/m ile 36 No'lu genotipde ve % 0,74 ile Fortuna çeşidinde belirlenirken, en düşük değer (%0,70) 112 No'lu genotipde saptanmıştır. Genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak Mg değerlerinin genotip x doz etkileşimleri bakımından en yüksek Mg değeri (% 0,84), 36 No'lu genotipin 2,5 dS/m'lik tuz uygulamasında gözlemlenmiştir.

Öztürk (2018), yaptığı çalışmada tuz konsantrasyonunun artması halinde pazı yapraklarındaki Mg içeriğinin azaldığını bulmuştur. Kaya (2020), benzer şekilde asmada yaptığı çalışmada artan tuz dozlarının makro ve mikro besin elementlerinin alımını azalttığını savunmuştur. Sonuçlandırılan bu çalışmadan, elde edilen Mg değerlerinin tuz dozlarına göre çok dar bir değişim aralığında (% 0,68- %0,77) dağıldıkları, buna karşın yapraklardaki Mg birikiminin genotipe bağlı olduğu görülmüştür.

Tablo 3. Denemede incelenen üç çilek genotipine farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamalarının yaprak magnezyum (Mg) değerleri üzerine etkileri (%)

DOZLAR	Doz ort.	36 No'lu genotip	112 No'lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	0,74 AB ¹	0,68 ef	0,78 abc	0,77 a-d
1 dS/m	0,68 C	0,69 def	0,63 f	0,71 cde
1,5 dS/m	0,70 BC	0,84 a	0,62 f	0,80 ab
2 dS/m	0,77 A	0,68 ef	0,73 b-e	0,75 b-e
2,5 dS/m	0,75 A	0,84 a	0,74 b-e	0,68 ef
	Ortalama	0,75 A	0,70 B	0,74 A
² Genotip*		Doz**		Genotipxdoz**

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): **:p<0,01; * :p<0,05

Mikro Elementler (mg.kg⁻¹)

Yaprak Demir Değerleri (Fe)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının yaprak demir (Fe) içerikleri üzerine etkileri Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, doz ve genotip x doz etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu, genotipler arasındaki farkların ise önemli olmadığı saptanmıştır.

Farklı konsantrasyondaki tuz uygulamalarının yaprak Fe değerleri üzerine etkilerine bakıldığında, Kontrol (133,1 mg.kg⁻¹) ve 1,5 dS/m tuz (102,8 mg.kg⁻¹) uygulamalarının Fe düzeyini en yüksek seviyeye çıkardığı ve belirlenen değerlerin diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak farklı olduğu dikkati çekmiştir. Söz konusu değerleri 1 dS/m ve 2 dS/m tuz konsantrasyonları izlemiş olup, en düşük yaprak Fe değeri 2,5 dS/m tuz konsantrasyonunda (55,3 mg.kg⁻¹) ölçülmüştür. Genotip x uygulama etkileşimlerinde en yüksek Fe oranı (258,5 mg.kg⁻¹) 112 No'lu genotipin Kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Sonuçlandırılan bu çalışmada, daha önce yapılan araştırmalara (Öztürk, 2018; Kaya, 2020) benzer şekilde, genel olarak uygulanan tuz dozları arttıkça, yapraklardaki mikro element içeriklerinin düştüğünü savunan araştırmacılara paralel sonuçlara ulaşılmış olmakla birlikte, istatistiksel olarak önemli olmasa da genotiplerin Fe alımındaki seçicilikleri daha ön plana çıkmıştır.

Tablo 4. Denemede incelenen üç çilek genotipine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak demir (Fe) değerleri üzerine etkileri (mg.kg⁻¹)

DOZLAR	Doz ort.	36 No'lu genotip	112 No'lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	133,1 A ¹	78,0 b	258,5 a	62,8 b
1 dS/m	74,7 B	64,6 b	56,1 b	103,3 b
1,5 dS/m	102,8 AB	56,5 b	42,8 b	209,4 a
2 dS/m	68,4 B	66,4 b	44,2 b	94,7 b
2,5 dS/m	55,3 B	63,7 b	47,3 b	54,8 b
	Ortalama	65,8	89,8	105,0
² Genotip:Ö.D.		Doz**		Genotipxdoz*

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.: Önemli Değil.. **:p<0,01; * :p<0,05

Yaprak Bakır Değerleri (Cu)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının yaprak bakır içerikleri üzerine etkileri Tablo 5’de verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde, genotip ve genotip x doz etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu, dozlar arasındaki farkların ise önemsiz olduğu saptanmıştır. Genotipler arasında en yüksek yaprak Cu değeri (5,6 mg.kg⁻¹) Fortuna çeşidinde tespit edilirken, bu açıdan en düşük değer (3,7 mg.kg⁻¹) 36 No’lu genotipde saptanmıştır.

Genotip x doz etkileşiminde en yüksek yaprak Cu değeri (9,3 mg.kg⁻¹) Fortuna çeşidinin 2 dS/m tuz uygulamasında ölçülmüştür.

Turhan ve Eriş (2004), yapmış oldukları çalışmada artan NaCl uygulamalarına göre, Cu içeriğinin değişmediğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada da artan tuz dozlarının yapraklarda belirlenen Cu düzeylerine belirgin bir etkisinin olmadığı, genotiplerin doz seçiciliğinin önemli olduğu bulunmuştur.

Tablo 5. Denemede incelenen üç çilek genotipine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak bakır (Cu) değerleri üzerine etkileri (mg.kg⁻¹)

DOZLAR	Doz ort.	36 No’lu genotip	112 No’lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	5,1	3,9 bc ¹	7,8 a	3,5 c
1 dS/m	4,0	4,0 bc	4,0 bc	3,9 bc
1,5 dS/m	5,0	3,5 c	4,5 bc	6,9 ab
2 dS/m	5,6	3,6 c	3,9 bc	9,3 a
2,5 dS/m	3,7	3,2 c	3,8 bc	4,1 bc
	Ortalama	3,7 B	4,8AB	5,6 A
² Genotip*		Doz:Ö.D.		Genotipxdoz*

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.: Önemli Değil. * :p<0,05

Yaprak Çinko Değerleri (Zn)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının yaprak çinko (Zn) içerikleri üzerine etkileri Tablo 6’da verilmiştir. Tablo 6 incelendiğinde, genotip ve genotip x doz etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu, dozlar arasındaki farkların ise önemli olmadığı saptanmıştır. Genotipler arasından en yüksek Zn değeri 50,7 mg.kg⁻¹ ile Fortuna çeşidinde belirlenirken, en düşük değer (29,8 mg.kg⁻¹) 36 No’lu genotipde saptanmıştır.

Genotip x doz etkileşiminde en yüksek Zn düzeyi (85,1 mg.kg⁻¹), Fortuna çeşidine 2 dS/m tuz uygulamasında ölçülmüştür.

Keutgen ve Pawelzik (2008), yapmış oldukları çalışmada NaCl uygulamalarının bitkideki Zn konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Sonuçlandırılan bu çalışmada, Keutgen ve Pawelzik (2008) tarafından savunulan tuz uygulamalarının Zn miktarını arttırdığı şeklindeki ilişkinin denemedeki bazı genotiplerde genel olarak gerçekleştiği görülmüştür.

Tablo 6. Denemede incelenen üç çilek genotipine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak çinko (Zn) değerleri üzerine etkileri (mg.kg⁻¹)

DOZLAR	Doz ort.	36 No'lu genotip	112 No'lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	49,1	27,7 b ¹	91,0 a	28,6 b
1 dS/m	33,2	32,4 b	29,6 b	37,7 b
1,5 dS/m	40,3	24,0 b	21,0 b	75,9 a
2 dS/m	48,7	34,4 b	26,7 b	85,1 a
2,5 dS/m	29,0	31,2 b	29,6 b	26,1 b
	Ortalama	29,9 B	39,6 AB	50,7 A
² Genotip**		Doz: Ö.D.		Genotipxdoz***

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01

Yaprak Mangan Değerleri (Mn)

Deneme kapsamında incelenen çilek bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının yaprak mangan (Mn) içerikleri üzerine etkileri Tablo 7'de verilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde, doz ve genotip x doz etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli, genotipler arasındaki farkların ise önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol (29,1 mg.kg⁻¹) ve 2 dS/m tuz (28,4 mg.kg⁻¹) uygulamalarının, yaprak Mn düzeylerini en yüksek seviyeye çıkardığı gözlemlenmiştir. En düşük yaprak Mn değeri 2,5 dS/m tuz konsantrasyonunda ölçülmüştür.

Ersoy ve Demirsoy (2006)'un yaptıkları bir çalışmada, yaprak Mn içeriğinin 36,3-101,8 mg.kg⁻¹ aralığında; Mills and Jones (1996) ise, yaprak Mn içeriğinin 11-137 mg.kg⁻¹ aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlandırılan bu denemede, yaprak Mn değerlerinin 12,1-50,5 mg.kg⁻¹ aralığında olduğu ve diğer araştırmalara göre ortalama düzeyde bulunduğu saptanmıştır.

Yaprak Mn değerlerinin genotip x doz etkileşimleri arasındaki farklar önemli olup, en yüksek Mn düzeyi (50,5 mg.kg⁻¹) 112 No'lu genotipin Kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Söz konusu genotipde artan tuz dozu genel olarak Mn alımını olumsuz yönde etkilemiştir. Buna karşın Fortuna çeşidi belli bir tuz dozuna kadar Mn alımını arttırırken, en yüksek dozda çok ani bir düşüş sergilemiştir. Benzer durum bu derece keskin olmamakla birlikte 36 No'lu genotipte de gerçekleşmiştir.

Tablo 7. Denemede incelenen üç çilek genotipinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak mangan (Mn) değerleri üzerine etkileri (mg.kg⁻¹)

DOZLAR	Doz ort.	36 No'lu genotip	112 No'lu genotip	Fortuna çeşidi
Kontrol (0,5 dS/m)	29,1 A ¹	19,7 cd	50,5 a	17,0 cd
1 dS/m	16,3 B	19,9 cd	13,5 d	15,4 cd
1,5 dS/m	22,7 AB	14,9 cd	12,2 d	41,1 ab
2 dS/m	28,4 A	29,1 bc	14,4 cd	41,9 ab
2,5 dS/m	15,2 B	21,2 cd	12,3 d	12,1 d
	Ortalama	21,0	20,6	25,5
² Genotip:Ö.D.		Doz**		Genotipxdoz***

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.: Önemli Değil ***:p<0,001; **:p<0,01

4. Sonuç ve Öneriler

2020-2021 yılları arasında, saksı denemesi şeklinde yürütülen bu çalışmada üç farklı çilek genotipi kullanılmıştır. Torf perlit karışımlarına sulama suyu yardımıyla belirli konsantrasyonlarda (1 dS/m-1,5 dS/m-2 dS/m-2,5 dS/m) tuz (NaCl) uygulanmıştır. Çalışmada söz konusu dozlardaki NaCl'li sulama suyuyla sulanan bitkilerin yapraklarındaki bitki besin element içerikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Yapraklarda belirlenen bitki besin element miktarları farklı zamanlarda farklı çevre koşullarına göre değişkenlik gösterebilmektedirler. Toprakta var olan besin elementlerinin alımı çevresel faktörlere bağlı olarak değişebildiği gibi alınan elementlerin bitki için etkisi de aynı şekilde değişkenlik gösterebilmektedir.

Artan tuz dozları genel olarak demir ve mangan gibi mikro elementlerin yapraklarda azalmasına sebep olurken, çinko ve bakır elementlerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır. Ancak makro elementlerden azot ve magnezyumda ise artan tuz uygulaması söz konusu elementlerin yapraklarda daha fazla birikmesine neden olmuştur. Potasyumda ise tuz konsantrasyonlarının önemli bir etkisi gözlemlenmemiştir. Genel olarak yapılan tuz uygulamalarından 112 ve 36 No'lu genotiplerin ticari bir çeşit olan Fortuna'ya göre daha az etkilendikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak; yetiştirme sezonu boyunca sulama suyuyla toprağa yapılan tuz uygulamalarının; N, Mg, Fe, Mn gibi besin elementlerinin alınımını olumsuz etkilediği, bununla birlikte tuz uygulamalarına rağmen çilek bitkisinde saptanan bitki besin element değerlerinin normal sınırlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada tuz uygulamalarının; K, Cu, Zn alınımına etkisinin önemsiz olduğu da belirlenmiştir. Bununla birlikte analizleri yapılan bütün makro ve mikro besin elementlerinin yapraklardaki düzeylerinin genotiplerden etkilendikleri, başka bir deyimle tuz dozlarının deneme kapsamında incelenen bitki besin elementlerin bitkiye alınmasının genotipe çok bağlı olduğu ortaya konulmuştur.

Son yıllarda yanlış gübreleme ve sulama ile beraber topraklarda tuzluluk sorunu artmaya başlamıştır. Bahsedilen bu sorun toprağın alkalilik düzeyini artırarak üreticileri ciddi problemlerle karşı karşıya bırakabilmekle beraber yetiştirilen ürünlerin verimini, kalitesini azaltmaktadır. Bu çalışmanın ışığında tuzluluğun kontrol edilebilmesi gereken bir sorun olduğu bilincine varılıp yetiştiricilik öncesinde toprak analizi, yetiştiricilik sırasında ise yaprak analizi yapılması konusunda bilinç seviyesinin artması gerekmektedir. Tuz stresinin çilek bitkisinde besin elementlerinin alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma, başka çalışmalara referans olabileceği özelliğindedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Acosta-Motos JR., Ortuño MF., Bernal-Vicente A., Diaz-Vivancos P., Sanchez-Blanco MJ., Hernandez JA. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy* 2017; 7(1): 1-38.
- Ağaoğlu YS. Üzümsü meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 984; 1986.
- Bilgin N. Besin kültüründe yetiştirilen farklı domates çeşitlerinin artan NaCl uygulamalarına toleransı ve tuzluluk stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:63, Erzurum, Türkiye, 2002.
- Botella MA., Rosado A., Bressan RA., Hasegawa PM. Plant adaptive responses to salinity stress, plant abiotic stress. Blackwell Publishing Ltd; 2005.
- Ersoy B., Demirsoy H. Effect of shading on seasonal variation of some macro-nutrients in 'Camarosa' strawberry. *Asian Journal of Chemistry* 2006; 18(3): 2329-2340.
- Ferreira JF., Liu X., Suarez DL. Fruit yield and survival of five commercial strawberry cultivars under field cultivation and salinity stress. *Scientia Horticulturae* 2019; 243: 401-410.
- Geoffrey MM., Marvin PP. Phosphorus, zinc and boron influence yield components in earliglow strawberry. *Journal of American Society Horticultural Science* 1993; 118(1): 43-49.
- Kacar B., İnal A. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd; 2008.
- Kaya KF. In vitro'da tuz stresi altında yetiştirilen bazı amerikan asma anaçlarının genotipik tepkileri ve bitki besin elementi tercihlerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:100, Adana, Türkiye, 2020.
- Keutgen AJ., Pawelzik E. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry* 2008; 107(4): 1413-1420.
- Lamnai K., Anaya F., Fghire R., Zine H., Wahbi S., Loutfi K. Impact of exogenous application of salicylic acid on growth, water status and antioxidant enzyme activity of strawberry plants (*Fragaria vesca* L.) under salt stress conditions. *Gesunde Pflanzen* 2021; 73(4): 465-478.
- Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 2008; 59: 651-681.
- Öztürk Ş. Farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının pazının büyüme ve gelişimine olan etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:76, Tekirdağ, Türkiye, 2018.
- Pessarakli M., Szabolcs I. Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. *Handbook of Plant Crop Stress: New York Marcel Dekker, Inc; 1999.*
- Roshdy AED., Alebidi A., Almutairi K., Al-Obeed R., Elsbagh A. Roshdy, AED, Alebidi, A., Almutairi, K., AlObeed, R., Elsbagh, A. 2021. The effect of salicylic acid on the performances of salt stressed strawberry plants, enzymes activity, and salt tolerance index. *Agronomy* 2021; 11, 775: 1-13.

- Sandhu D., Pudussery MV., Ferreira JF., Liu X., Pallete A., Grover KK., Hummer K. Variable salinity responses and comparative gene expression in woodland strawberry genotypes. *Scientia Horticulturae* 2019; 254: 61-69.
- Sarıdaş M.A. Melezleme ıslahıyla seçilmiş çilek genotiplerinin verim, kalite özelliklerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, sayfa no:338, Adana, Türkiye, 2018.
- Turhan E., Eris A. Effects of sodium chloride applications and different growth media on ionic composition in strawberry plant. *Journal of Plant Nutrition* 2004; 27(9): 1653-1665.
- Yurtseven E., Öztürk HS., Avcı S., Altınok S., Selenay MF. Farklı sulama suyu kalitesi ve yıkama oranı uygulamalarında profil tuzluluğunun değişimi. *Toprak Su Dergisi* 2012; 1(1): 38-46.
- Zahedi SM., Abdelrahman M., Hosseini MS., Hoveizeh NF., Tran LSP. Alleviation of the effect of salinity on growth and yield of strawberry by foliar spray of selenium nanoparticles. *Environmental Pollution* 2019; 253: 246-258.