

Topraksız Kültür Baş Salata (*Lactuca Sativa L.*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk (NaCl) Düzeylerinin Verim ve Bitki Gelişimi Üzerindeki Etkileri

Özlem AKAT SARAÇOĞLU^{1*}, Cenk Ceyhun KILIÇ¹, Hale DUYAR¹

ÖZET: Bu araştırma, topraksız kültür baş salata (*Lactuca Sativa L. capitata* cv. Bombala) yetiştiriciliğinde farklı tuzluluk düzeylerinin (NaCl), verim ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 3 tekrarlı olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre iki ayrı üretim döneminde (1. ve 2. üretim dönemi) yapılmıştır. Üç farklı NaCl tuzluluk seviyesi (S0: Kontrol, S1: S0+1 dS m⁻¹, S2: S0+2 dS m⁻¹) ve Hoagland besin çözeltisi ile birlikte baş salata bitkisinin gelişimi perlit ortamında denenmiştir. Kontrol (S0) olarak Hoagland çözeltisi kullanılmıştır. S1 ve S2 tuz seviyelerinin tuzluluk düzeyleri stok NaCl çözeltisi ilave edilerek ayarlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, NaCl dozları verim üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki yaratmıştır. Besin çözeltisinin NaCl konsantrasyonu arttıkça verim düşmüştür. Üretim dönemlerine ilişkin en yüksek verim, NaCl uygulaması yapılmayan kontrol (S0) konularında tespit edilirken, en düşük verim ise besin çözeltisi NaCl konsantrasyonunun en yüksek düzeyi olan (S2) konularda belirlenmiştir. Tuzluluğun (NaCl); bitki baş çapı (en), bitki baş yüksekliği (boy), bitki kuru ağırlığı ve vitamin C içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, NaCl düzeylerindeki artış söz konusu değerleri azaltmıştır. S2 konularında en düşük yaprak oransal su kapsamı değerleri ve en yüksek yaprak hücreleri membran zararlanma indeksi değerleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm bulgular; NaCl ile oluşturulan tuzlu koşulların topraksız baş salata yetiştiriciliğinde olumsuz etkiler yarattığı yönündedir.

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, topraksız tarım, baş salata (cv. Bombala), verim, bitki gelişimi.

The Effects of Different Salinity Levels (NaCl) on Yield and Plant Growth in Soilless Culture Head Lettuce (*Lactuca Sativa L.*)

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effects of different salinity levels (NaCl) on head lettuce (*Lactuca Sativa L. capitata* cv. Bombala) development in soilless culture. This study was conducted to cover two separate production periods (1st and 2nd production periods). The randomized blocks were arranged on the basis of the experimental design with 3 replicates in two production periods. Three different NaCl salinity levels (S0: control, S1: S0+1 dS m⁻¹, S2: S0+2 dS m⁻¹) with Hoagland Solution on lettuce development was tested in a perlite substrate. The Hoagland solution was used as control (S0). Salinity levels of S1 and S2 salinity levels were adjusted by adding stock NaCl solution. The results obtained had a statistically significant effect on the yield of the NaCl levels. The yield decreased as NaCl concentration of the nutrient solution increased. The highest yield for the production periods was determined in the control (S0) subjects without NaCl application, while the lowest yield was determined for the highest NaCl concentration of the nutrient solution (S2). Results in relation to lettuce showed that NaCl levels had a statistically significant effect on yield. The yield decreased as NaCl concentration of the nutrient solution increased. Moreover, the highest yield for production periods was determined in control (S0), while the lowest yield was determined for the highest NaCl level (S2). It can be concluded that the effect of salinity on plant head diameter (width), plant head height (height), plant dry weight and vitamin C content was found to be statistically non-significant. However, the increase in salt levels decreased these values. The lowest leaf proportional water coverage values and the highest leaf cell membrane damage index values were determined in S2 level. Overall; salinity, which has made up with NaCl, conditions have negative effects on soilless head lettuce cultivation.

Key Words: Salinity, soilless culture, head lettuce (cv. Bombala), yield, plant development.

¹ Özlem AKAT SARAÇOĞLU (Orcid ID: 0000-0003-1680-783X), Cenk Ceyhun KILIÇ (Orcid ID: 0000-0002-8929-2761), Hale Duyar (Orcid ID: 0000-0003-0289-0279), Ege Üniversitesi, Bayındır Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, Bayındır-İzmir, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özlem AKAT SARAÇOĞLU, e-mail: ozlem.akat@ege.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 20-12-2019

Kabul tarihi / Accepted: 14-03-2020

GİRİŞ

Günümüzde, su kıtlığı küresel düzeyde yaşanan önemli bir risk faktörüdür ve bitkisel üretimi önemli boyutta etkilemektedir. Nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyaçları, kısıtlı olan su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Bunun sonucunda, artan gıda ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına kullanılan su miktarının gelecek yıllar içerisinde katlanarak artacağı öngörülmektedir (Anonim, 2019). Global anlamda ortaya çıkan kötümser tablonun engellenmesi adına başvurulmuş önlemlerden biri olarak ortaya çıkan topraksız tarım üzerine yapılan araştırmalar, bugün bu tekniğin araştırma boyutundan çıkarak fiili olarak uygulamaya alınması ile sonuçlanmıştır.

Topraksız üretimde, bitki kökleri ya sık sık besin çözeltisi ile sulanan geçirgen katı ortamlarda ya da herhangi bir katı ortam olmaksızın doğrudan besin çözeltisinde büyüebilir. Son yıllarda, bitki beslenmesini optimize etmek için bitkilere besin çözeltisi sağlamak (gübreleme veya sıvı gübreleme) sadece topraksız kültürde değil aynı zamanda toprakta yetiştirilen sera bitkilerinde de rutin kültürel uygulama haline gelmiştir. Bu nedenle, topraksız yetiştiricilik sistemleri kullanılarak gerçekleştirilen üretimde köklenme ortamının kısıtlanmış hacmi ve tek biçimliliği, onları geleneksel yetiştiricilikten ayıran tek özelliğidir (Savvas et al., 2013). Ayrıca; daha sağlıklı ürünlerin elde edildiği, verimde erkenciliğin sağlandığı, daha kaliteli ürünlerin yetiştirildiği bu teknikle ayrıca, işgücünden tasarruf sağlanması ve toprak kökenli hastalıklarının önlenmesi de mümkündür (Mascarini et al., 2001). Büyük potansiyele sahip olan Türkiye’de her geçen yıl yeni topraksız tarım seraları kurulmaktadır. Özellikle, sebzeçilikte yeni üretim modellerinin benimsenmesi, kullanılan tekniklerin modernleşmesi ve yeni çeşitlerin piyasaya girmesi ile birlikte dünya piyasası ile rekabet düzeyi artmıştır (Yanmaz ve ark., 2015).

Tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda bitkisel üretimde verim ve gelişimi kısıtlayan önemli abiyotik stres faktörlerindedir (Allahverdiev et al., 2000). Bitkisel yetiştiriciliğin temelini oluşturan toprak ve suyun kendi bünyelerinde barındırdığı tuzlar nedeniyle üretim sınırlandırılmaktadır. Ayrıca, bitkideki büyüme ve gelişimi sağlamak amacıyla sulama suyuna ilave edilen temel kimyasal gübrelerin de ayrıca tuz kaynağı olması; zamanla kök bölgesinde ciddi boyutlarda tuz birikimine neden olmakta ve bunun sonucu olarak bitkisel üretimin verim ve kalitesi düşebilmekte, bitkilerde renk ve görünüş değişiklikleri meydana gelebilmektedir (Quamme and Stushnoff, 1983; Rhoades et al., 1992; Cassaniti et al., 2013). Bitkilerin tuzluluğa karşı tepkileri, bitki genotipine, büyüme evresine ve ortam nem içeriğine bağlı olarak değişir (Niu and Cabrera, 2010; Cassaniti et al., 2013;).

Dünyada sulu tarım yapılan alanlarda, yüksek kaliteli suyun insan tüketimi için yönlendirilmesi nedeniyle; tarımsal üretimde bitki büyümesi için yetersiz kaliteye ve yüksek elektrik iletkenliğine (EC) sahip olan acı, tuzlu veya geri kazanılmış suda gerçekleştirilmesi gerekebilir (Villora et al., 2000; Cassaniti et al., 2013). Düşük kaliteli bu suların bitki büyümesine, verimine ve kalitesine zarar vermeyeceği vurgulamaktadır (Grieve et al., 2012). Yaprağı yenen ve çiğ olarak tüketilebilen sebzeler arasında ilk sırayı marul ve salatalar grubu bitkiler almaktadır. Dünya genelinde marul üretiminin gerçekleştirildiği ülkeler arasında Çin 1. sırayı alırken, Türkiye 8. sırada bulunmaktadır. 2019 yılı verilerine göre Türkiye’de toplam 499.766 ton marul üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2019). Tuzluluğa orta derecede duyarlı olan marulun pek çok ülkede bütün bir yıl boyunca yetiştiriciliği gerçekleştirilebilmektedir (Shannon and Grive, 1999; Andriolo et al., 2005; Güneş ve ark., 2010). Bununla birlikte, kökün geliştiği ortam bitkilerin tuzluluğa karşı gösterdiği tepkiyi etkileyebilmektedir. Topraksız tarım tekniği ile tuzlu koşullarda gerçekleştirilen marul yetiştiriciliğinde elde edilen çalışma sonuçları; tuz eşik değerinin 1.3 dS m⁻¹ olduğu ve elektriksel iletkenlik değeri 4.4 dS m⁻¹ olan sulama suyu kullanılarak toprakta gerçekleştirilen yetiştiricilik koşullarında marul veriminin ve kalitesinin etkilenmediğini bildirmiştir (Pasternak et al., 1986).

2017-BAMYO-001 kapsamında, besin çözeltilisinin farklı NaCl konsantrasyonuna sahip düzeylerinde topraksız koşullarda yetiştiriciliği gerçekleştirilen baş salata (*Lactuca Sativa* L. *capitata* cv. Bombala) bitkisinde tuzluluğun verim ve gelişimi üzerinde yarattığı etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2017–2019 yılları arasında Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu'nda bulunan yay çatılı, 240 m² (6 m x 40 m) taban alana sahip PE örtülü ısıtmasız sera koşullarında iki ayrı üretim dönemini kapsayacak şekilde yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak Ege Fide A.Ş. tarafından temin edilen baş salata fideleri (Bombala F1) topraksız tarım açık besleme sisteminin kullanıldığı ortam kültüründe yetiştirilmişlerdir. Araştırma alanı 3 tekrarlı olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine esas alınarak düzenlenmiştir. Denemeye alınan baş salata fideleri 25 cm x 25 cm (16 bitki m⁻²) dikim mesafesi esas alınarak yetiştirme kanallarındaki yerlerine dikilmiştir (Şekil1).



Şekil 1. Baş salata yetiştiriciliğinin gerçekleştirildiği yetiştirme kanalları ve fide dikimi.

Araştırmada üretim dönemlerine ilişkin fide dikim ve hasat tarihlerini kapsayan üretim periyodu Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma başlangıç ve bitiş tarihleri.

Araştırma Yılı	Başlangıç Tarihi	Hasat Tarihi
1. Üretim Dönemi	05.10.2017	18.01.2018
2. Üretim Dönemi	26.10.2018	26.01.2019

Araştırma süresince, sulama suyuna ilave edilen besin elementleriyle hazırlanan besin çözeltilisi ile bitkilerin su ve besin elementi ihtiyacı karşılanmıştır (Jensen 1997; Maloupa 2002; Sevgican 2002). Bu amaçla kullanılan standart Hoagland besin çözeltilisinin (mM) içeriği 12 N-NO₃, 3.8 N-NH₄, 2.8 P, 8.4 K 3.5 Ca, 1.4 Mg, 9.5 Na, 8.0 Cl, 2.7 S, 0.04 Fe kimyasal kaynaklarının birleşiminden oluşturulmuştur (Alberici et al., 2007). Yetiştirme dönemleri süresince ortalama 6.95 pH'ya ve ortalama 1.83 dS m⁻¹ EC (elektriksel iletkenliği) sahip besin çözeltilisi, sera içerisine yerleştirilen 2 m³ hacme sahip, ana besin çözeltilisi tankından sağlanırken, iki farklı NaCl düzeyi konusu için 2 m³ ve 0.5 m³ hacme sahip 2 ayrı tanktan daha yararlanılmıştır. Araştırmada denemeye alınan NaCl düzeyleri oluşturulurken; sulama suyuna sadece besin maddesi eklenmesi sonucunda elde edilen besin çözeltilisinin ölçülen tuzluluk konsantrasyonu farklı tuz düzeylerinden biri olan kontrol uygulaması (Kontrol:S0) olarak ele alınmıştır. Kontrol konusunda oluşturulan tuzluluk düzeyi sırasıyla 1 ve 2 dS m⁻¹ artırılarak denemeye alınan 2 ayrı NaCl düzeyi konusu (S0: Kontrol, S1: S0+1 dS m⁻¹, S2: S0+2 dS m⁻¹) oluşturulmuştur. Böylece,

çalışmada hedeflenen amaca ulaşabilmek toplam 3 farklı NaCl düzeyi düzenlenmiştir. Kontrol konusu dışındaki uygulama konularında iki farklı tuz konsantrasyonunun oluşturulabilmesi amacıyla stok NaCl çözeltisinden faydalanılmıştır. Yetiştiricilik süresince 1. üretim döneminde, NaCl düzeyleri S0 konusunda (kontrol) ortalama 1.80 dS m^{-1} , S1 konusunda 2.62 dS m^{-1} ve S2 konusunda 3.5 dS m^{-1} olacak şekilde oluşturulmuştur. 2. üretim döneminde ise S0, S1 ve S2 konuları için oluşturulan ortalama NaCl düzeyleri sırasıyla 1.86 dS m^{-1} , 2.60 dS m^{-1} ve 3.85 dS m^{-1} 'dir.

Araştırma alanındaki yerlerine dikilen baş salata fidelerinin su ihtiyacı karşılanırken, bitki gelişimi takip edilmiş ve tutumda üniformite sağlanıncaya kadar araştırmaya alınan tüm konularına eşit miktarda, besin maddesi ilavesi yapılmayan sulama suyu uygulanmıştır. Araştırmanın her iki döneminde, besin çözeltisi ve farklı NaCl düzeylerinin konularda çalıştırılma takvimi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Üretim dönemlerine ilişkin besin çözeltisi ve NaCl düzeyi uygulamaları başlangıç tarihleri

Araştırma Yılı	Besin Çözeltisi Uygulaması Başlangıcı	Tuzluluk Düzeyi Uygulaması Başlangıcı
I. Üretim Dönemi	20.10.2017	05.11.2017
II. Üretim Dönemi	08.11.2018	06.12.2018

Araştırmada süresince, saksı drenaj çıkışlarında yapılan gözlemler ve iklim verilerine dayalı olarak konulara uygulanan besin çözeltisi miktarları düzenlenmiştir. Kalibrasyonu sağlanmış sayaç ve vanalardan faydalanılarak uygulanan besin çözeltisi miktar ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bitki sulamasında kullanılan damla sulama sisteminin otomasyonu sağlanmıştır. Uygulama konularından drene olan besin çözeltisi, kanal çıkışlarına yerleştirilen drenaj çıkışları yardımıyla konularla ilişkili olacak şekilde 30 L'lik drenaj çözeltisi bidonlarında toplanmış ve gerekli ölçümler (EC ve pH) yapıldıktan sonra sistemden uzaklaştırılmıştır. Çalışmada; verime yönelik sonuçlara ulaşabilmek için hasadı gerçekleştirilen bitkilerden ortalamayı temsil eden örneklerde, toplam ve pazarlanabilir verim (adet bitki⁻¹) ile toplam ve atılan yaprak adedine ilişkin değerler (g bitki⁻¹) tespit edilmiştir. Örnek bitkiler üzerinden bitki baş çapı (en) ve bitki baş yüksekliği (boy) cetvel yardımı ile ölçülmüştür. En-boy ölçümü gerçekleştirilen örnek bitkiler daha sonra parçalanmış ve orta kısımdaki yenebilir nitelikteki yapraklardan yeter miktarda alınarak hassas terazi yardım ile yaş ağırlıklar ve etüvde 65°C'de kurutulduktan sonra kuru ağırlıklar saptanarak değerlendirmeye alınan sonuçlar yüzde (%) kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1972). Hasat sonrası örnek bitki yapraklarında Vitamin C içeriğine (mg g⁻¹ taze ağırlık) ilişkin analizler yapılmıştır (Pearson, 1970). Seçilen örnek bitki yapraklarında nitrat içeriği (mg kg⁻¹) belirlenmiştir (Cataldo et al., 1975). Bunun yanı sıra tuz uygulamaları konularda çalıştırdıktan sonra ayda 1 kez olmak üzere yaprak oransal su kapsamı (%) (Küçükahmetler, 2003; Türkan ve ark., 2005; Akat, 2012) ile hücreden dışarı verilen elektrolitin ölçülmesi yöntemiyle hesaplanan yaprak hücrelerinde membran zararlanma indeksi (%) belirlenmiştir (Fan and Blake, 1994; Kuşvuran ve ark., 2011). Sera içi iklimine ilişkin takipler iklim sensörü yardımı ile (Onset HOB0 Data Logger) yapılmıştır.

Elde edilen veriler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından geliştirilen TARIST istatistik analiz programı değerlendirilerek LSD testi ile varyans analizi uygulanmıştır (p <0.05).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Verim ve Bazı Kalite Kriterlerine İlişkin Sonuçlar

Ortam kültürü baş salata yetiştiriciliğinde, iki üretim döneminde de tek hasat yapılmıştır. Farklı NaCl düzeylerinin toplam ve pazarlanabilir verim üzerindeki etkisi %95 güven düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Topraksız Kültür Baş Salata (*Lactuca Sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk (NaCl) Düzeylerinin Verim ve Bitki Gelişimi Üzerindeki Etkileri

Çizelge 1. Tuzluluk düzeylerinin verim ve bitki yaprak sayıları üzerindeki etkileri.

		Toplam verim (g bitki ⁻¹)	Pazarlanabilir verim (g bitki ⁻¹)	Toplam yaprak adeti (adet bitki ⁻¹)	Atılan yaprak adeti (adet bitki ⁻¹)
Uygulamalar	S0	620.95 a	581.31 a	32.60 a	4.90
	S1	460.25 b	406.70 b	26.67 b	6.17
	S2	469.29 b	406.70 b	26.53 b	6.17
	LSD (0.05)	111.654**	95.709**	3.298**	ö.d.
Dönemler	1. Ü.D.	648.44 a	546.96 a	23.00 b	8.00 a
	2. Ü.D.	390.56 b	399.56 b	34.20 a	3.49 b
	LSD (0.05)	95.401**	78.146**	2.693**	1.471
1. Üretim Dönemi	S0	734.24	665.28 a	26.67 a	7.00
	S1	616.25	499.85 b	20.33 b	8.00
	S2	594.82	475.74 b	22.00 b	9.00
	LSD (0.05)	ö.d.	135.353**	4.664**	ö.d.
2. Üretim Dönemi	S0	507.67 a	497.33 a	38.53 a	2.80
	S1	341.67 b	337.67 b	31.33 b	3.33
	S2	322.33 b	363.67 ab	32.73 b	4.33
	LSD (0.05)	157.902**	135.353**	4.664**	ö.d.

** : p<0.05 önem düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

Çizelge 1'e göre; verime ilişkin en yüksek değerler hiç NaCl uygulanmayan S0 konularında belirlenirken, en düşük değerler ise S1 konularında belirlenmiştir. Elde edilen toplam verim 460.25-620.95 g bitki⁻¹ arasında değişirken, pazarlanabilir verim ise 406.70 - 581.31 g bitki⁻¹ arasında değişmiştir. 1. Üretim döneminde 2. üretim dönemine oranla daha yüksek verimlerin elde edildiği saptanmıştır. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Topraksız tarım sistemleri kullanılarak marul üretimin gerçekleştirildiği pek çok araştırma bulunmaktadır. Bunlardan biri olan araştırmamızda denemeye alınan Bombala çeşidi üzerine Gül ve ark. (2003) tarafından yürütülen; organik gübrelemenin etkilerinin belirlendiği çalışma sonucunda; çeşit veriminin 439.00 g olduğu bildirilmiştir. Bombala çeşidiyle kapılar sistem marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamalarına etkilerinin araştırıldığı Kardüz ve ark. (2015) tarafından yürütülen başka bir araştırma sonuçlarına göre; toplam ve pazarlanabilir verim değerleri sırasıyla 590.40 ve 573.20 g bitki⁻¹ bulunmuştur. Hamdi ve ark. (2014) yürüttükleri çalışma sonucunda, marul bitkisinin baş ağırlığını 405.00 g olarak bulmuşlardır. Verime ilişkin bulgularımızın bu değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir. Marul bitkisinde 0.3, 1.2, 2.1, 3.7, 5.3, 6.8 dS m⁻¹ olmak üzere 6 farklı elektriksel iletkenlik düzeyine sahip deniz suyunun bitkisel üretimdeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışma sonucu ise; 0.3–2.1 dS m⁻¹ değişen düşük tuz düzeylerinin marul verimini etkilemediği, ancak artan tuzluluk düzeyiyle birlikte verimde azalmalar kaydedildiği yönündedir (Turhan ve ark., 2014a). NaCl düzeylerinin hasat edilen baş salataların toplam yaprak sayıları üzerindeki etkileri önemli olurken (p<0.05), atılan yaprak sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmamıştır. Bununla birlikte, üretim dönemlerine göre yapılan değerlendirmede; NaCl düzeylerinin atılan yaprak sayısı üzerindeki etkisi %95 güvenle önemli bulunmuştur. 2. üretim döneminde 1. üretim dönemine oranla (%129) daha az miktarda yaprak atılmıştır. Baş salatanın toplam yaprak sayılarına yönelik elde edilen sonuçlar, baş salatanın toplam yaprak sayılarının belirlenmesi üzerine yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla uyum içerisindedir (Kılıç ve ark., 2015; Fallovo et al., 2009; Patil et al., 2013). Benzer şekilde Al-Maskri et al. (2010) tarafından yapılan başka bir çalışmada; marul bitkisinde, artan tuz düzeylerinin yaprak sayısı azaldığı belirlenmiştir. Mola et al. (2013), kış mevsiminde tuzluluğun verimi, taze ağırlığı, azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların ulaştıkları bu sonuç, araştırmamızda artan NaCl düzeylerinin verim azalttığı noktasında benzerlik göstermektedir.

NaCl düzeylerinin bitki gelişimi ve kalite kriterleri üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilen bitki Nitrat içeriği, Vitamin C içeriği, bitki kuru ağırlıkları, bitki baş çapı (en) ve baş yüksekliği (boy) ölçümlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Üretim dönemlerinde tuzluluğun bitki gelişimi ve kalite parametreleri üzerindeki etkileri

		Nitrat içeriği (mg kg ⁻¹)	Vitamin C içeriği (mg g ⁻¹)	Kuru Ağırlık (%)	Bitki baş çapı (en) (cm)	Bitki baş yüksekliği (boy) (cm)
Uygulamalar	S0	223.21 b	5.49	7.68	20.18	19.40
	S1	359.58 a	5.42	6.39	18.07	18.93
	S2	418.98 a	5.38	6.97	17.73	17.93
	<i>LSD (0.05)</i>	133.89**	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
Dönemler	1. Ü.D.	297.63	6.91 a	5.09 b	20.54 a	20.16 a
	2.Ü.D.	370.21	3.95 b	8.94 a	16.79 b	17.36 b
	<i>LSD (0.05)</i>	ö.d.	0.684**	3.246**	2.275**	2.440**
1. Üretim Dönemi	S0	286.027	7.47	4.59	21.10	18.93
	S1	290.66	6.67	6.60	20.87	20.67
	S2	316.22	6.58	4.07	19.67	20.87
	<i>LSD (0.05)</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
2. Üretim Dönemi	S0	160.39 b	4.25	8.71	16.47 ab	17.00 ab
	S1	428.51 a	3.51	10.77	19.27 a	19.87 a
	S2	521.73 b	4.09	7.34	14.60 b	15.20 b
	<i>LSD (0.05)</i>	189.347**	ö.d.	ö.d.	3.940**	4.226**

** : p<0.05 önem düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

Çizelge 2’ye göre; denemeye alınan farklı NaCl düzeylerinin baş salata yapraklarındaki nitrat içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmıştır (p<0.05) ve uygulanan NaCl konsantrasyonu arttıkça Nitrat miktarında artış saptanmıştır. En düşük nitrat içeriği NaCl uygulaması yapılmayan kontrol konusunda (S0) 223.21 mg kg⁻¹, en yüksek nitrat içeriği ise aralarında rakamsal fark bulunan S1 ve S2 uygulamalarında, sırasıyla 359.58 ve 418.98 mg kg⁻¹ belirlenmiştir. Barbieri et al. (2011) tarafından, büyüme sırasındaki stres koşullarının hasat sonrası roka kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada; tuz stresi ve ışık etkisi altında büyüme döneminde yüksek tuz (100 mM NaCl) seviyesinde yapraklarda bulunan hem nitrat (%14), hem de nitrit (%3) içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Üründeki nitrat içeriği; yetiştirilen bitkiye, yetiştiricilik sitemine, bitkinin organlarına, kullanılan gübreleme reçetesine, yetiştirme dönemine bağlı olarak pek çok faktörün etkisi altında değişebilmektedir (Pitura and Michalojc, 2012; Duyar ve ark., 2013; Duyar ve ark., 2017). Mola et al. (2013) tuzluluğun marul kalitesini büyük ölçüde etkilemediğini ve aslında kış mevsiminde tuz stresinin nitrat içeriğini azalttığını ayrıca bitkilerdeki nitrat içeriğinin Avrupa sınırlarını aşmayan düzeylerde kaldığını, bunun sonucunda çiftçiler ve özellikle de tüketiciler için dikkate değer avantajlı bir durum olduğunu bildirmiştir. Kış yetiştiriciliğinde artan tuz konsantrasyonuna karşın azalan nitrat içeriğinin; bahar yetiştiriciliğinde muhtemelen foto-oksidatif stres (yüksek ışık yoğunluğu) nedeniyle daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında; genel olarak, elektriksel iletkenliği 1.8 dS m⁻¹ den büyük olmayan tuzlu su ile sulamanın, marulun beslenme kalitesinden aşırı derecede ödün vermeksizin yaprakların nitrat içeriğini azalttığını ifade etmişlerdir. Çizelge 2’de farklı NaCl düzeylerinin, Vitamin C içeriği, bitki kuru ağırlığı, bitki baş çapı ve bitki baş yüksekliği üzerindeki etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmamasıyla birlikte, NaCl konuları arasında en yüksek değerlerin kontrol uygulamasından alındığı görülmektedir. NaCl düzeyi arttıkça Vitamin C içeriği, bitki kuru ağırlıkları, bitki baş çapı ve bitki boyuna ilişkin değerlerin azaldığı saptanmıştır. Vitamin C içeriği 5.38-5.49 mg g⁻¹ arasında değişmiştir ve tüm konularda birbirine yakın değerler almıştır. Turhan ve ark. (2014b) tarafından sarımsak üzerine gerçekleştirilen araştırma sonucunda; Vitamin C içeriğindeki azalmaya karşılık artan tuz stresi nedeniyle negatif doğrusal bir ilişki kurulmuştur. Tuzluluğun Vitamin

C içeriği üzerindeki etkilerini araştırmaya yönelik Pitura and Michalojc (2012) tarafından yapılan çalışma sonucu; marul (*Lactuca sativa*) yetiştiriciliğinde, yüksek toprak tuzluluğa bağlı olarak artan azot düzeyinin bir sonucu olarak vitamin C içeriğini azaldığını göstermiştir. Ancak, Bayram ve Daşgan (2018); domates genotiplerin meyvelerindeki C vitamini içeriklerinin, tuzluluğun yüksek olduğu koşullarda, kontrole göre arttığı ifade etmişlerdir. Kılıç ve ark. (2015), marul bitkisinde farklı dikim tarihi ve azot uygulamalarının etkisi araştırdıkları çalışmalarında; Vitamin C içeriğinin 11.79 - 13.45 mg g⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bitkilerde, C vitamini içeriği ekim zamanı ve hasat tarihi gibi mevsimsel faktörlerden etkilenir ve genellikle hasat sonrası bozulma için belirteç olarak kullanılır (Sood et al., 2001). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar her ne kadar istatistiki anlamda önemli bir fark yaratmasa da NaCl kökenli tuzluluğun Vitamin C içeriğinde azalmalara sebep olması yönüyle Turhan ve ark. (2014b) tarafından elde edilen sonuçlarla daha uyumlu görünmektedir. Bu nedenle araştırmamızda Vitamin C içeriğine ilişkin değerlerin diğer araştırmacıların sonuçlarına oranla çok daha düşük bulunması iklim koşulları, kullanılan tuz kaynağı, yetiştiricilik sistemleri ve irdelenen NaCl düzeyleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bitki kuru ağırlığına ilişkin sonuçlar incelendiğinde; kuru ağırlıkların NaCl düzeylerinden etkilenmediği görülmektedir. NaCl konularına göre 6.39-7.68 (%) arasında değişen kuru ağırlığa ilişkin belirlenen en yüksek değerler S2 uygulamalarındadır (%7.68). Ancak dönemler arasında istatistiki fark dikkati çekmektedir (Çizelge 2). Tuzluluk etkilerinin araştırıldığı pek çok araştırma sonuçları; birbirinden farklı olarak, tuzun bitkilerin taze ve kuru ağırlıkları üzerindeki etkisinin farklı olduğu ve bunun da tuzluluk kaynağını oluşturan mevcut tuz tipi ya da bitki türündeki farklılıklardan dolayı pozitif ya da negatif yönde etkilenebileceği ifade edilmiştir (Turan ve ark., 2007, Memon et al., 2010; Torabi, 2014; Akat ve Akat Saraçoğlu, 2017). Çalışmamızdan bitki kuru ağırlığına ilişkin olarak elde edilen sonuçların istatistiksel olarak olamasa da rakamsal olarak azalma göstermesi noktasında Turan ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırma sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Çizelge 2'ye göre, farklı NaCl düzeyleri bitki baş çapında (en) ve baş yüksekliğinde (boy) üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmasa da, en düşük değerler yüksek NaCl düzeyi uygulamalarında saptanmıştır. Araştırmada, bitki baş çapına ilişkin değerler 17.73-20.18 cm ve baş yüksekliğine ilişkin değerler 17.93 -19.40 cm arasında değişmiştir. Üretim dönemlerinde en düşük bitki baş çapı ve yüksekliği, sırasıyla 17.73 cm ve 17.93 cm ile S2 konularında belirlenmiştir. Baş yüksekliğine ilişkin sonuçlar, topraksız tarım tekniğinde marul yetiştiriciliğine yönelik yapılan diğer çalışmalarla uyum içinde olmakla birlikte daha düşük düzeydedir. Bu farklılığın da yetiştiriciliğin gerçekleştirildiği ekolojik ve iklim koşullarındaki değişimle ilintili olduğu düşünülmektedir. Tuzlu koşullarda gerçekleştirilen marul yetiştiriciliğine ilişkin pek çok araştırma sonucu; tuzluluk konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak değişmekle birlikte, artan tuzluluğun bitki baş çapını ve bitki boyunu azaltıcı etkileri olduğu noktasında birleşmiştir (Yagmur ve ark., 2010; Mola et al., 2013; Çamoğlu ve Demirel, 2015). Bu da araştırmamızdan elde edilen sonuçların daha düşük bulunması noktasında destekler niteliktedir.

Yaprak Oransal Su Kapsamı ve Bitki Yapraklarında Membran Zararlanma İndeksine İlişkin Sonuçlar

Her iki üretim döneminde marul bitkisi için, NaCl uygulamasından 1 ay sonra başlatılarak hasada kadarki süreçte 2'şer kez olacak şekilde yapraklarda oransal su kapsamına ve membran zararlanma indeksine ilişkin analizleri gerçekleştirilmiştir. NaCl uygulamasının yarattığı tuzluluğun bitki yaprak oransal su kapsamı ve membran zararlanma indeksi üzerindeki etkilerinin istatistiksel değerlendirmesi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Üretim dönemlerine göre yaprak oransal su kapsamı ve membran zararlanma indeksi

		YOSK (%)	TK (%)	MZİ (%)
Uygulamalar	S0	96.17 a	3.55 c	-
	S1	86.53 b	11.57 b	11.54 b
	S2	78.29 c	20.77 a	29.60 a
	LSD (0.05)	3.025**	4.296**	2.613**
Dönemler	1. Ü.D.	87.14	11.54	17.76 b
	2.Ü.D.	86.85	12.39	23.39 a
	LSD (0.05)	ö.d	ö.d	2.613**
1. Üretim Dönemi	S0	94.90	4.69	-
	S1	87.72	9.41	10.88 b
	S2	78.79	20.51	24.64 a
	LSD (0.05)	ö.d	ö.d	3.695**
2. Üretim Dönemi	S0	97.43	2.41	-
	S1	85.33	13.73	12.20b
	S2	77.78	21.027	34.58a
	LSD (0.05)	ö.d	ö.d	3.695**

** : $p < 0.05$ önem düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

Buna göre; farklı NaCl düzeylerinin, yaprak oransal su kapsamı ve turgor kaybı üzerindeki etkisi %95 güven düzeyinde önemlidir. Kontrol uygulamasına ilave edilerek arttırılan NaCl konsantrasyonuna karşılık yaprak oransal su kapsamı azalmıştır. Uygulama konuları arasında en yüksek yaprak oransal su kapsamı %96.17 ile kontrol uygulamasında (S0), en düşük yaprak oransal su kapsamı ise %78.29 ile en yüksek tuz içeriğine sahip konuda (S2) belirlenmiştir. Denemeye alınan NaCl konuları arasında en yüksek turgor kaybı %20.77 ile en yüksek NaCl düzeyi uygulamasında (S2), en düşük değerler ise %3.55 ile kontrol uygulamasında (S0) saptanmıştır. Çalışmada yaprak oransal su kapsamı istatistiksel değerlendirme sonuçları, Sivritepe (2000) tarafından asma yetiştiriciliğinde tuzlu koşulların etkilerinin araştırıldığı çalışmadan elde edilen; tuz konsantrasyonlarındaki artışın yaprak oransal su kapsamında azalmaya, turgor kaybında ise artışa neden olduğu yönündeki sonuçlarla uyumludur. Yüksek yaprak oransal su kapsamı ve düşük turgor kaybı değerlerinin kontrol grubunda belirlenmesi; Garmendia and Mangas (2014) tarafından gerçekleştirilen marul yetiştiriciliğinde bitkilere uygulanan düşük tuz konsantrasyonlarının, yaprak oransal su kapsamında değişime neden olmadığı sonucuyla tutarlı görünmektedir. Ayrıca, araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olarak, araştırmamızda denenen 2.85 ve 3.85 dS m⁻¹ gibi kontrole göre daha yüksek NaCl tuz konsantrasyonları yaprak oransal su kapsamında azalmaya neden olmuştur. Tuzlu koşullarda yetiştiriciliği gerçekleştirilen bazı sebze, tarla bitkileri ve kesme çiçek türlerinde (Marul, kavun, biber, mısır, gerbera ve sahil karanfili) tuzluluğun etkilerinin araştırıldığı çalışmalar sonucunda; artan tuz düzeylerinin yaprak oransal su içeriğini azalttığını ve tuz uygulanmayan konularında ise yüksek yaprak oransal su kapsamı değerlerine ulaşıldığı saptanmıştır (Çamoğlu ve ark., 2015; Kuşvuran, 2010; Bora, 2015; Yakıt ve Tuna, 2006; Akat, 2008; Akat ve Özzambak, 2013; Akat ve Özzambak, 2014). Araştırmacıların sonuçları çalışmamızdan yaprak oransal su kapsamına ilişkin elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3'te her iki üretim döneminde de NaCl düzeylerinin membran zararlanma indeksi üzerindeki etkisi %95 güven düzeyinde farklılık yaratmıştır. En yüksek membran zararlanma indeksi %29.60 ile S2 konusunda, en düşük membran zararlanma indeksi ise %11.54 ile S1 konusunda tespit edilmiştir. Bitki hücreleri içerisinde suda erimiş formda bulunan maddeler, tuzluluğun neden olduğu zararlar neticesinde zar dışındaki boşluğa akarak bitki dokularındaki iletkenlik değerini yükseltmektedir (Arslan, 2011). Bu sonuç, çalışmamızdan elde edilen bu sonuçları destekler görünmektedir. Tuzlu koşullarda yetiştiriciliği gerçekleştirilen iç mekan sukkulent süs bitkileri, sebze, tarla bitkileri (Aloe vera, buğday, hıyar, arpa, karpuz ve ıspanak) üzerine yürütülen bazı araştırmalar; artan tuz stresinin bitki

türlerine bağlı olarak değişen düzeylerde hücre membran zararlanmasını artırıcı etkiler yaratmıştır (Zheng et al., 2004; Faroq and Azam, 2006; Zhu et al., 2008; Perez-Lopez et al., 2008; Süyüm, 2011; Devenci ve Tuğrul, 2017). Araştırmacılar tarafından elde edilen bu sonuçlar marul üzerine gerçekleştirilen araştırma sonuçlarımızla paralel olarak; artan NaCl konsantrasyonunun yaprak hücrelerinde membran zararlanma oranının giderek artırdığı yönündedir.

SONUÇ

Elde edilen bulgular topluca değerlendirildiğinde; artan düzeylerdeki NaCl baş salata yetiştiriciliğinde verimi, yaprak oransal su kapsamını olumsuz etkilediği ve yaprak hücrelerindeki membran zararlanma indeksini artırdığı sonucuna varılmıştır. Bitki gelişimi ve kalitesine yönelik Vitamin C içeriği, bitki kuru ağırlığı, bitki baş çapı ve bitki boyu gibi bazı parametreler üzerindeki etkisi artan NaCl düzeyleriyle birlikte azalma gösterse de bu sonuçların istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmadığı görülmüştür. Bu sonuç doğrultusunda, topraksız tarım baş salata yetiştiriciliğinin belli bir konsantrasyondaki kötü kaliteli sulama sularının kullanılarak gerçekleştirilebileceği yaklaşımı yapılabilir.

TEŞEKKÜR

Ege üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 2017-BAMYO-001 kapsamında yürütülen bu çalışmaya destek sağlayan Ege Üniversitesine Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü bünyesinde görev alan komisyon üyelerine teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Akat H, 2012. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen *Limonium sinuatum* (Statice) bitkisinde kalsiyum uygulamalarının verim ve gelişim üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Akat H, Özzambak M, 2013. Örtü Altı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen *Limonium sinuatum* Bitkisinde Kalsiyum Uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 48-58.
- Akat H, Özzambak M, 2014. The Effects of Ca Application on Some Stress Parameters Under Salinity Conditions in the Open Field Growing of *Limonium Sinuatum*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(1): 59-68.
- Akat H, Saraçoğlu-Akat Ö, 2017. The Effects of Organic Substances and Foliar Calcium Applications on *Limonium sinuatum* Cultivation in Saline Conditions. Current Trends in Science and Landscape Management. M Hasanuzzaman, K.R. Hakeem, K Nahar, H Alharby (eds), Sofia St. Kliment Ohridski University Press, Chapter: 25, 285-295 pp.
- Akat Ö, 2008. Farklı Tuzluluk Düzeyleri ve Yıkama Oranlarının Gerbera Bitkisinde Gelişim, Verim, Kalite ve Su Tüketimi Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Alberici A, Quattrini E, Penati M, Martinetti L, Gallina PM, Ferrante A, Schiavi M, 2007. Effect of The Reduction of Nutrient Solution Concentration on Leafy Vegetables Quality Grown in Floating System. International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys2007. De Pascale S ve ark. (eds). Acta Horticulturae, 801: 1167-1176.
- Allakhverdiev SI, Sakamoto A, Nishiyama Y, Inaba M, Murata N, 2000. Ionic and Osmotic Effects of NaCl-Induced Inactivation of Photosystems I and II in *Synechococcus* sp. Plant Physiology, 123(3): 1047-1056.
- Al-Maskri A, Al-Kharusi L, Al-Miqbali H, 2010. Effects of Salinity Stress on Growth of Lettuce (*Lactuca sativa*) Under Closed-Recycle Nutrient FilmT. International Journal of Agriculture and Biology 12: 377-380.
- Andriolo JL, Gean LD, Maiquel HW, Rodrigo DSG, Gis OCB, 2005. Growth and Yield of Lettuce Plants Under Salinity. Horticultura Brasileira, 23(4) : 931-934.
- Anonim, 2019. World Water Assessment Programme 2009. The United Nation World Water Development Report 3. Water in a Changing World. Paris UNESCO and London Earthscan (Erişim Tarihi: 17.11.2019).

- Arslan A, 2011. Biberde 24-Epibrassinolid Uygulamaları ile Kuraklık Stresine Karşı Toleransın Artırılması, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Barbieri G, Bottino A, Stasio ED, Vallone S, Maggio A, 2011. Proline and Light as Quality Enhancers of Rocket (*Eruca sativa* Miller) Grown Under Saline Conditions. *Scientia Horticulturae* 128: 393–400.
- Bayram M, Daşgan HY, 2018. Tuza Tolerant Bazı Domates Genotiplerinin Arazi Performanslarının Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36 (5):107-116.
- Bora M, 2015. Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Cassaniti C, Romano D, Hop MECM, Flowers TJ, 2013. Growing Floricultural Crops with Brackish Water. *Environmental and Experimental Botany*, 92: 165-175.
- Cataldo DA, Haroon M, Schrader LE, Youngs VL, 1975. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate In Plant Tissue by Nitration of Salicylic Acid. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 6: 71-80.
- Çamoğlu G, Demirel K, 2015. Marulda Farklı Tuz ve Potasyum Uygulamalarının Verim ve Bazı Fizyolojik Özelliklere Etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 89–97.
- Deveci M, Tuğrul B, 2017. İspanakta Tuz Stresinin Yaprak Fizyolojik Özelliklerine Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6 (Özel Sayı): 89 – 98.
- Duyar H, Kılıç CC, Tüzel Y, 2017. Yüzen Su Kültüründe Tere ve Roka Üretiminde Tuz Stresinin Etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, 2013- BAMYO-002.
- Duyar H, Tüzel Y, Kılıç CC, Öztekin GB, 2013. Bazı Yaprakları Yenen Sebze Türlerinin Su Kültüründe Yetiştiriciliği Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, 2009- BAMYO-002.
- Falovo C, Roupheal Y, Rea E, Battistelli A, Colla G, 2009. Nutrient Solution Concentration and Growing Season Affect Yield and Quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in Floating Raft Cultur. *Journal Science Food and Agriculture*, 89: 1682–1689.
- Fan S, Blake T, 1994. Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Faroq S, Azam F, 2006. The Use of Cell Membrane Stability (Cms) Technique to Screen for Salt Tolerant Wheat Varieties. *Journal of Plant Physiology*, 163: 629-637.
- Garmendia I, Mangas VJ, 2014. Comparative Study of Substrate-Based and Commercial Formulations of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Romaine Lettuce Subjected to Salt Stress. *Journal of Plant Nutrition*, 7: 1717–1731.
- Grieve CM, Grattan SR, Maas EV, 2012. Plant Salt Tolerance. In: WW Wallender and KK Tanji (eds.) ASCE Manual and Reports on Engineering Practice No. 71 Agricultural Salinity Assessment and Management (2nd Edition). ASCE, Reston, VA. Chapter 13 pp: 405-459.
- Gül A, Öztan F, Eroğul D, Yağmur B, Ongun AR, 2003. The Use of Organic Manure For Iceberg Lettuce Plants Grown In Substrates. *International Symposium on The Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture*, pp:53-57.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A, 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1581, Ders kitabı: 533.
- Hamdi MM, Boughattas I, Chikh-Rouhou H, Souhli E, Bettaieb T, 2014. Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilizer on Morphological and Physiological Parameters and Nitrates Accumulation of Lettuce Cultivars (*Lactuca sativa* L.). *Research in Plant Biology*, 4 (4): 27-38.
- Jensen MH, 1997. Hydroponics. *Hortscience*, 32 (6): 1018-1021.
- Kacar B, 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II, Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları 453. Uygulama kılavuzu 155: 37-49.
- Kardüz Y, Tüzel Y, Öztekin GB, 2015. Kapılar Sistemde Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulaması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (2):151-159.

- Kılıç CC, Duyar H, Akat Saraçoğlu Ö, Pekcan T, 2015. Topraksız Tarım Iceberg Marul Yetiştiriciliğinde Farklı Azot Dozlarının ve Dikim Tarihlerinin Verim, Besin Maddeleri ve Kalite Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, 2015/BAMYO/002.
- Kuşvuran Ş, 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları arasındaki Bağlantılar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K. 2011. Farklı Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23(3): 209-219.
- Küçükahmetler Ö, 2003. Farklı *Lisianthus (Eustoma Grandiflorum Raf. Shinn)* Çeşitlerinde In vitro ve In vivo koşullarda Tuz Stresinin Büyüme ve Gelişmeye Etkisi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Maloupa E, 2002. Hydroponic systems. Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Embryo Publications, D Savvas and H Passam (eds.), Embryo Publications, Athens, pp: 143 – 178.
- Mascarini L, Delfino OS, Vilella F, 2001. Evapotranspiration of Two *Gerbera Jamesonii* Cultivars in Hydroponics: Adjustment of Models for Greenhouses. Proc. ISOSC Congress 2000. A Bar-Tal & Z Plaut (eds). Acta Horticulturae, 554: 261 – 269.
- Memon, S.A., Hou, X., Wang, L.J., 2010. Morphological Analysis of Salt Stress Response of Pak Choi. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 9 (1): 248–254.
- Mola I, Mori M, Chiaranda FQ, 2013. Interaction Between Salinity and Crop Cycle: Effect on Yield and Quality of Lettuce. International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR), 3(1): 63-88.
- Niu G, Cabrera RI, 2010. Growth and Physiological Responses of Landscape Plants to Saline Water Irrigation: A Review. HortScience, 45: 1605–1609.
- Pasternak D, De Malachy Y, Borrovc I, Shram M, Avıram, C, 1986. Irrigation With Brackish Water Under Desert Conditions. IV. In: Salt Tolerance Studies With Lettuce. Agriculture Water Management, 11: 303-311.
- Patil T, Singh M, Khanna M, Singh DK, Hasan M, 2013. Response of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) to Trickle Irrigation under Different Irrigation Intervals, N Application Rate and Crop Geometry . Indian Journal of Agricultural Economics, 68 (4): 573-582.
- Pearson D, 1970. The Chemical Analysis of Foods (6th edn). Chemical Publishing Co Inc, New York, USA.
- 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 CO₂. Environmental and Experimental Botany, 66 (3): 463-470.
- Pitura K, Michalojc Z, 2012. Influence of Nitrogen Doses on Salt Concentration, Yield, Biological Value and Chemical Composition of Some Vegetables Plants Pieces. Part (I) Yield and biological Value. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 11(6): 145- 153.
- Quamme HA, Stushnoff C, 1983. Resistance to Environmental Stress. In: Moore JN, Janick J (eds) Methods in Fruit Breeding. Purdue University Press, West lafayette, India, pp:242-266.
- Rhoades JD, Kandiah A, Mashali AM, 1992. Saline Waters as Resources. The Use of Saline Waters or Crop Production, FAO Irrigation and Drainage Paper, 48, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 133 p. 5-10.
- Savvas D, Gianquinto G, Tuzel Y, Gruda N, 2013. FAO Plant Production and Protection Paper 217. GAPs for Greenhouse Vegetable Crops: Principles for Mediterranean Climate Areas. Chapter: 12, Soilless Culture, pp: 303-352.
- Sevgican A, 2002. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Cilt – II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Shannon MC, Grieve CM, 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. Scientia Horticulturae, 78: 5-38.
- Sivritepe N, 2000. Physiological Changes In Grapevines Induced by Osmotic Stres Originated From Salt and Their Role In Salt Resistance. Turkish Journal of Biology, 24: 97-104.
- Sood M, Malhotra SR, 2001. Effects of Processing and Cooking on Ascorbic Acid Content of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82 (1): 65–68.

- Süyüm K, 2011. Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Torabi M, 2014. Physiological and Biochemical Responses of Plants to Salt Stress. The 1st International Conference on New Ideas in Agriculture. Ismaic Azad University Khorasgan Branch. 26-27 January, Isfahan, Iran.
- Turan MA, Kalkat V, Taban S, 2007. Salinity-Induced Stomatal Resistance, Proline, Chlorophyll and Ion Concentrations of Bean. *International Journal of Agricultural Research*, 2 (5): 483–488
- Turhan A, Kuscü H, Özmen N, Demir AO, 2014b. Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Sarımsakta (*Allium sativum* L.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20: 280-287.
- Turhan A, Kuscü H, Özmen N, Serbeci MS, Demir AO, 2014a. Effect of Different Concentrations of Diluted Seawater on Yield and Quality of Lettuce. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74: 111–116.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim Tarihi: 05.03.2020).
- Türkan İ, Bor M, Özdemir F, Koca H, 2005. Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant *P. acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stress. *Plant Science*, 168: 223-231.
- Villora G, Moreno A, Pulgar G, Romero L, 2000. Yield Improvement in Zucchini Under Salt Stress: Determining Micronutrient Balance. *Scientia Horticulturae*, 86: 175-183.
- Yagmur B, Aydın S, Okur B, Coskun A, 2010. Effect of Salt in Irrigation Water on Some Physical and Chemical Properties of Lettuce Plant and Soil. *Asian Journal of Chemistry*, 22 (1): 531–538.
- Yakıt S, Tuna AL, 2006. The Effects of Ca, K and Mg On The Stress Parameters of The Maize (*Zea mays* L.) Plant Under Salinity Stress. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 19 (1): 59-67.
- Yanmaz R, Duman İ, Yaralı F, Demir K, Sarıkamış G, Sarı, N, Balkaya A, Kaymak HÇ, Akan S, Özalp R, 2015. Sebze Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye ZMO VIII. Türkiye Ziraat Mühendisleri Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı Cilt 1, s.579-600.
- Zheng QS, Liu ZP, Liu YL, Liu L, 2004. Effects of Iso-Osmotic Salt and Water Stresses on Growth and Ionic Distribution in Aloe Seedlings. *Journal of Plant Ecology*, 28 (6), 823-827.
- 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.