

## Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri

Özlem AKAT SARAÇOĞLU<sup>1\*</sup>, Cenk Ceyhun KILIÇ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Bayındır Meslek Yüksekokulu, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 25.03.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 12.05.2022

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): ozlem.akat@ege.edu.tr

☎ +90 232 5816317 📠 +90 232 5817330

### ÖZ

Araştırmada, topraksız tarım koşullarında gerçekleştirilen baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) yetiştiriciliğinde katı ortam kültüründe 3 farklı tuzluluk [(Kontrol (EC0), Kontrol+1 dS m<sup>-1</sup> (EC1) ve Kontrol+2 dS m<sup>-1</sup> (EC2)] düzeyinin verim ve bitki besin elementleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Belirlenen hedefe ulaşmak üzere, PE malzemenin yapılmış kanallarda içerisine perlit ortamı kullanılarak Bombola F1 çeşidi yetiştirilmiştir. Bu amaçla, yetiştiricilik dönemi sonunda bitkilerin bitki besin elementleri analizleri gerçekleştirilmiştir. I. üretim döneminde, bitkilere günlük ortalama 0,25-3,76 L bitki<sup>-1</sup>, II. üretim döneminde ise ortalama 0,33-3,50 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişen miktarda besin çözeltisi uygulanmıştır. I. üretim döneminde konulardan drene olan ortalama besin çözeltisi miktarlarının 0,15-2,29 litre bitki<sup>-1</sup>, II. üretim döneminde ise 0,26-2,43 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Tuzluluk düzeylerinin baş salata yapraklarındaki N, P, K, Mg, Zn ve Mn içerikleri üzerindeki ana etkisi istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmıştır. Tuzluluk düzeylerinin baş salata yapraklarındaki Ca, Fe ve Cu içerikleri üzerindeki etkisi ise önemsiz bulunmuştur (p<0,05). Elde edilen sonuçlara dayanarak, topraksız tarım baş salata yetiştiriciliğinin belli bir konsantrasyona sahip tuzlu sulama sularının kullanılarak gerçekleştirilebileceği yaklaşımında bulunmak mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** EC (elektriksel iletkenlik), gübreleme, marul, topraksız tarım, tuzluluk

## Effects of Different Salinity Levels on Plant Nutrient Elements of Head Lettuce Cultivation (*Lactuca sativa* var. *capitata*) in Soilless Culture

### ABSTRACT

The research was determined that on yield and plant nutrients of three different salinity levels [(Control (EC0), Control +1 dS m<sup>-1</sup> (EC1), Control +2 dS m<sup>-1</sup> (EC2)] of head lettuce cultivation (*Lactuca sativa* var. *capitata*) with soilless culture. In order to reach the determined target, Bombola F1 variety was grown by using perlite medium in channels made of PE material. With this aim to achieve the specified goal, plant nutrient content were analyzed. In the I. production period, an average of 0,25 L plant<sup>-1</sup> and 3.76 L plant<sup>-1</sup> plant per day, II. In the production period, an average of 0.33-3.50 L plant<sup>-1</sup> nutrient solution was applied. In the I. production period, the average amount of nutrient solution drained from the subjects was between 0.15-2.29 L per plant<sup>-1</sup> and II. In the production period, it varied between 0.26-2.43 L plant<sup>-1</sup>. The main effect of salinity levels on the N, P, K, Mg, Zn and Mn contents of the head lettuce leaves made a statistically significant difference. The effect of salinity levels on the Ca, Fe and Cu contents of the head lettuce leaves was insignificant (p<0.05). It is possible to approach that soilless agriculture head lettuce cultivation can be carried out by using poor quality and salt irrigation waters with a certain concentration.

**Keywords:** EC (electrical conductivity), nutrition, head lettuce, soilless culture, salinity

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

## GİRİŞ

Topraksız tarım, özellikle şiddetli toprak bozulması ve sınırlı su mevcudiyeti ile karakterize edilen alanlarda tarımsal üretim sektörü için geçerli bir fırsat sunmaktadır. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık iki katına çıkarak 9 milyara ulaşacağı göz önüne alındığında (TÜİK, 2022) çevre kirliliği ve kentleşme olgusu nedeniyle verimli toprak yüzeylerinin azalması, küresel ısınma, gıda sektöründeki fiyat dengesizliği acilen çözümlenmesi gereken sorunların başında gelmektedir. Bu bağlamda, kirlilik veya patojen sorunlarından dolayı tarımsal amaçlar için verimli olmayan yüzeylerin kullanılması ve aynı zamanda su tüketiminin sınırlandırılması (Pignata ve ark., 2017) tarım için topraksız sistem yetiştiriciliğini mutlaka geçerli bir fırsat haline getirmektedir (Sambo ve ark., 2019).

Topraksız tarım sistemleri, yaprakları yenen sebze türlerinde temiz üretim sağlamanın yanında hasat süresini kısaltması ve daha yüksek verim alınması sebepleriyle tercih edilmektedir (Nicola ve ark., 2002). Seralarda topraksız tarım tekniğiyle gerçekleştirilen sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde, bitkilerin sulama ve gübreleme işlemleri geleneksel yetiştiricilikten biraz daha farklıdır. Topraksız tarım tekniği ile gerçekleştirilen yetiştiricilikte, sulama ve gübreleme uygulamalarının; besin elementlerinin sulama suyuna ilave edilerek hazırlanan besin çözeltisi yoluyla karşılanması (Sevgican, 2002; Maloupa, 2002), suyun ve gübrenin daha etkin kullanımına olanak sağlamaktadır. Su ve gübre tarımsal üretim için en önemli girdilerdendir. Topraksız tarımda, özellikle kullanılan suyun kalitesi büyük önem taşımaktadır. Besin çözeltisi dışında çözelti hazırlama amacıyla kullanılan suyun çoğu zaman yüksek düzeyde tuz konsantrasyonuna sahip olduğu bilinmektedir (Sonneveld, 2000). Yapılan çalışmalar sulama suyunun içerdiği tuzluluk düzeyi kadar cinsinin de önemli olduğunu aynı tuzluluk seviyesinde olsa bile NaCl tuzunun CaSO<sub>4</sub> oranla marul yetiştiriciliğinde daha fazla olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir (Karakoç ve Kale, 2016). Tuzluluk etkilerinin araştırıldığı pek çok araştırma sonuçları; birbirinden farklı olarak tuzluluk kaynağını oluşturan mevcut tuz tipi ya da bitki türündeki farklılıklardan dolayı pozitif ya da negatif yönde etkilenebileceği ifade edilmiştir (Akat ve Özzambak, 2014; Torabi, 2014; Akat ve Akat Saraçoğlu, 2017).

Ortamda tuz miktarının artması, bitkinin potasyum (K) alımını olumsuz düzeyde etkilemektedir (Taban ve Katkat, 2000; Kılıç ve ark., 2008). Potasyum, bitkinin başta tuz ve su stresi olmak üzere strese karşı koyabilme toleransını arttırmaktadır. Bitkilerde bu mekanizma, stoma hücrelerinde K birikmesi sonucu su po-

tansiyelinin azalması ve hücreye su girmesi ile bu hücrelerde K seviyesinin eksilmesi sonucu şeker ve nişasta birikmesi nedeniyle su potansiyelinin artmasına dayanmaktadır. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde ancak ilave K verilmesi durumunda, bozulmuş olan hücre içi Na/K dengesi yeniden dengelenmekte ve buna bağlı olarak metabolik faaliyetler düzene girebilmektedir (Davenport ve ark., 1997; Kaya ve Tuna, 2005).

Riverside Kaliforniya'daki ABD Tuzluluk Laboratuvarı'nda yürütülen bir çalışmada Marul bitkisinin tuza orta derecede duyarlı olduğunu ve tuzun verimde oluşturacağı azalmaların 1,3 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde başlayacağını, EC=1.3 dSm<sup>-1</sup> ve üzeri düzeyde ise verimde yaklaşık %13 kadar bir azalmanın olduğu bildirilmiştir (Ayers ve ark., 1951). Sodyum klorür tuzluluğunun Marul yapraklarında Na ve Cl artışına, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> ve PO<sub>4</sub>'da azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (Lazof ve Lauchli, 1991). NaCl, su potansiyelini azaltması ile birlikte hücredeki iyon dengesini bozarak da bitki gelişimini etkilemektedir. Yüksek miktarda NaCl alımı hücrede Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> düzeyinin artmasına, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> ve Mg<sup>2+</sup> konsantrasyonlarının ise azalmasına sebep olur (Parida ve Das, 2005). Hücreye giren Na<sup>+</sup>, zar potansiyelini bozar ve anyon kanalları vasıtasıyla hücre dışındaki Cl<sup>-</sup> 'un pasif olarak hücreye girişini kolaylaştırır (Niu ve ark., 1995; Tuteja, 2007).

Yapılmış olan tüm çalışmaların ışığı altında bu çalışma katı ortam kültüründe açık besleme sistemi şeklinde gerçekleştirilen baş salata yetiştiriciliğinde 3 farklı tuzluluk düzeyinin bitki besin elementleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada, Ege Üniversitesi 17/BAMYO/001 no'lu proje kapsamında elde edilen verilerin bir kısmı değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmaya ilişkin çalışmalar; 2017–2019 yılları arasında Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu yerleşkesinde bulunan 240 m<sup>2</sup> (6 m x 40 m) taban alana sahip ısıtmasız yay çatılı PE örtülü serada yürütülmüştür. Araştırma takvimi Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmaya ilişkin çalışma takvimi

Araştırma Yılı	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi
<b>I. üretim dönemi (1. yıl)</b>	05.10.2017 (1. hafta)	18.01.2018 (16. hafta)
<b>II. üretim dönemi (2. yıl)</b>	26.10.2018 (1. hafta)	26.01.2019 (14. hafta)

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

Araştırmada, bitkisel materyal olarak tercih edilen baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Bombola F1 fideleri tuzlu topraksız tarım koşullarında, açık besleme sisteminde tekniği ile yetiştirilmek amacıyla 25 x 25 cm (16 bitki m<sup>-2</sup>) dikim mesafesiyle yetiştirme alanlarındaki hazırlanan yerlerine dikilmişlerdir. Bitki yetiştiriciliği için, PE malzemeden oluşturulmuş 340 cm x 14 cm x 14 boyutlara sahip yerden 1 m yükseklikte bulunan demir profil üzerinde oturtulmuş kanallar kullanılmıştır. Bu kanallar içerisine, yetiştirme ortamı olarak, süper iri perlit kullanılmıştır. Kanallar içerisine, bitki başına 6

litre kök ortam hacmi sağlanacak şekilde perlitle doldurulmuştur (şekil 1). Bitkilerin su ve besin maddesi ihtiyacı; bitki besin elementlerinin sulama suyuna ilave edilmesi sonucu elde edilen besin çözeltilisi (Sevgican, 2002; Maloupa, 2002) yoluyla karşılanmıştır. Sulama sisteminin oluşturulmasında; üzerine her bitki için 2,4 L saat<sup>-1</sup> debi sağlayan on-line (lateral hat üzerine geçik) tipteki basınç düzenleyicili damlatıcılar yerleştirilmiştir. Her bitki sırası için 16 mm dış çapa sahip PE damla sulama lateralleri kullanılmıştır.



**şekil 1.** Baş salata yetiştiriciliğinde kullanılan yetiştirme ortamı perlitin doldurulduğu PE kanalların genel görünümu

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin çözeltilisi ile araştırmaya alınan farklı tuzluluk düzeylerinin uygulamasında kullanılmak üzere; 2 m<sup>3</sup> hacme sahip 2 adet, 0,5 m<sup>3</sup> hacme sahip 1 adet olmak üzere 3 farklı besin çözeltilisi tankından faydalanılmıştır. Besin çözeltilisinin bitkilere uygulanması ve dağıtılmasında otomasyonu sağlanmış damla sulama sistemi kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan Hoagland besin çözeltilisi (mM) iğerisi; 12 N-NO<sub>3</sub>, 3,8 N-NH<sub>4</sub>, 2,8 P, 8,4 K, 3,5 Ca, 1,4 Mg, 9,5 Na, 8,0 Cl, 2,7 S, 0,04 Fe (Alberici ve ark., 2008) esas alınmıştır. Yetiştirme dönemleri süresince aynı besin reğetesi esas alınarak oluşturulan, ortalama 6,67 pH değerine ve 1,77 dS m<sup>-1</sup> EC'ye (elektriksel iletkenliği) sahip besin çözeltilisinden faydalanılmıştır. Besin çözeltilisi hazırlamak amacıyla kullanılan su kaynağının sulama yönünden önemli bazı özelliklerine ilişkin analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

**Kasyonlar**

Na<sup>+</sup> (me/l) : 1,3  
K<sup>+</sup> (me/l) : 0,02  
Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> (me/l) : 8,60  
Toplam kasyonlar (me/l) : 10,00

**Anyonlar**

Cl<sup>-</sup> (me/l) : 1,69  
CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> (me/l) : -  
HCO<sup>-</sup> (me/l) : 5,80  
SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (me/l) : 2,41  
Toplam anyonlar (me/l) : 9,90

Su nötr tepkimeli olup C3S1 sulama suyu sınıfı içerisinde yer almaktadır. Bu sınıf sular yüksek tuzlu ve düşük sodyumludurlar. Sudaki tuz ve sodyum iğerisi bitkilerin sulanmasını engelleyecek düzeyde değildir. Suyun pH değeri 6,85 ve EC değerisi 0,99 dS m<sup>-1</sup> bulunmuştur. Suyun belirlenen SAR değerisi 0,67 olup, bor (mg/l) değerisi ise iz düzeydedir.

Topraksız tarımda, özellikle kullanılan suyun kalitesi büyük önem taşımaktadır. Besin çözeltilisi dışında çözeltili hazırlama amacıyla kullanılan suyun çoğu zaman yüksek düzeyde tuz konsantrasyonuna sahip olduğu bilinmektedir (Sonneveld, 2000). Bu nedenle, araştırmamız için besin çözeltilisinin sahip olduğu bu düzeydeki EC aynı zamanda incelemeye alınan farklı tuzluluk düzeylerinden biri olan (Kontrol-EC0) kontrol uygulamasını oluşturmuştur. Kontrol konusunda ölçülen tuzluluk düzeyi her uygulama konusu için sırasıyla 1 ve 2 dS m<sup>-1</sup> arttırılarak 2 farklı tuz düzeyi [K+1 dS m<sup>-1</sup> (EC1), K+2 dS m<sup>-1</sup> (EC2)] daha oluşturularak araştırmaya esas olan 3 farklı tuzluluk düzeyi sağlanmıştır. Bitkilerin tuza karşı tepkilerini saptamak amacıyla kontrol konusu dışındaki uygulamalarda tuzluluk düzeyleri stok NaCl çözeltilisi kullanılarak sağlanmıştır.

Üretim döneminin başlangıcında bitkiler tutumda homojen görünüm sergileyinceye kadar tüm konulara eşit miktarda ve bitki besin maddesi ilavesinin

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

yapılmadığı sulama suyu uygulanmıştır. Her iki yetiştirme döneminde de bitkiler homojen görünüm ve büyüklüğe ulaştıklarında, her iki üretim döneminde de yetiştiriciliğin 3. haftasında besin çözeltisi uygulamasına geçilmiştir. Denemeye esas alınan tuz uygulamaları ise I. üretim döneminde yetiştiriciliğin 5. haftasında, II. üretim döneminde yetiştiriciliğin 7. haftasında başlatılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerde iki ayrı ürün yetiştiriciliğine ilişkin besin çözeltisi ve tuz uygulamaları başlangıç tarihleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Üretim dönemlerinde besin çözeltisi uygulamaları başlangıç tarihleri

Araştırma Yılı	Besin Çözeltisi Uygulaması Başlangıcı	Tuzluluk Düzeyi Uygulaması Başlangıcı
I. üretim dönemi	20.10.2017 (3. hafta)	05.11.2017 (5. hafta)
II. üretim dönemi	08.11.2018 (3. hafta)	06.12.2018 (7. hafta)

Her iki üretim dönemi sonunda hasat edilen ürünlerden alınan yapraklarda besin maddesi içeriğine ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; bitki örnekleri yıkanıp yüzeyleri tozdan arındırılarak 65 °C'ye ayarlı etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütüldükten sonra, N tayini modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (İnal ve Kacar, 2010). Diğer makro ve mikro elementlerin analizleri nitrik:perklorik (4:1) asit karışımında yaş yakılmış örneklerle yapılmıştır. P tayini vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile Ependorf kolorimetresinde, K, Ca ve Na alev fotometresinde; Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu tayinleri ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde gerçekleştirilmiştir (İnal ve Kacar, 2010). Üretim sezonu içerisinde besin çözeltisi hazırlanırken ayrıca sistem dışına atılan drenaj örneklerinde de belirli aralıklarla elektriksel geçirgenlik (EC, dS m<sup>-1</sup>) ve pH ölçümleri yapılmıştır. Araştırma süresince her iki üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi ana tanklarında stok çözelti kaynağı bittikçe gerçekleştirilen yeni çözelti hazırlığı sürecinde, drenaj çözeltileri için ise tuzluluk uygulamasını takiben 2 haftada bir olacak şekilde düzenlenen drenaj örneği miktarlarının hacimsel ölçümlerinde pH ve EC düzeylerinin ölçümleri yapılmıştır.

Elde edilen tüm veriler; TARİST istatistiksel analiz paket programında varyans analizi uygulanarak LSD testi ile istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 2004).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Üretim Dönemlerinde Konulara Uygulanan Besin Çözeltisi ve Drenaj Çözeltisi Miktarları ile EC ve pH Ölçümlerine İlişkin Bulgular

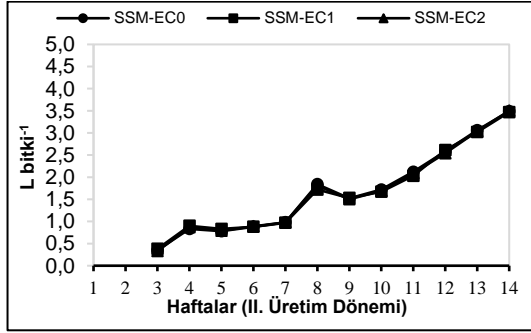
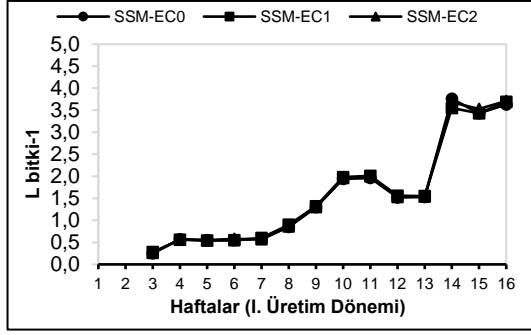
Baş salata yetiştiriciliğinde her iki yetiştirme periyodu süresince, üretim döneminin başlangıcında bitkiler tutumda üniform görünüm sergileyinceye kadar tüm konulara eşit miktarda ve bitki besin maddesi ilavesinin yapılmadığı sulama suyu uygulanmıştır. Her iki yetiştirme döneminde de bitkiler üniform görünüm ve büyüklüğe ulaştıklarında üretim dönemlerinde yetiştiriciliğin 3. haftalarında besin çözeltisi uygulamasına başlanmıştır. Bu dönemde tüm konulara eşit miktarlarda besin çözeltisi uygulanmıştır. Dönemler içerisinde deneme sonucunu etkilemeyen, ancak konular arasında sayaç okumaları esnasında yapılan okumaya bağlı kaba hatalardan kaynaklanan ufak sapmalar meydana gelmiştir (Tablo 3). Konulara uygulanan sulama suyu miktarları saksı drenaj çıkışlarında yapılan gözlemler dayandırılmıştır. Bu amaçla, gerçekleştirilen sulama uygulamalarında saksılardan drenaj çıkışı olmayacak şekilde sulamaların yapılması sağlanmıştır. Üretim dönemlerinde konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Üretim dönemlerinde konulara uygulanan toplam besin çözeltisi miktarları (L bitki<sup>-1</sup>)

	EC0	EC1	EC2
I. Üretim dönemi	22,42	22,52	22,64
II. Üretim dönemi	20,15	20,01	20,03

Tablo 3'e göre, I. üretim döneminde besin çözeltisi uygulamalarının başlatıldığı 20.10.2017 (3. hafta) ile üretim döneminin sonlandırıldığı 18.01.2018 (16. hafta) arasında konulara uygulanan toplam besin çözeltisi miktarları çok yakın değerler olarak 22,42-22,64 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. II. üretim döneminde ise besin çözeltisi uygulamasının başlatıldığı 08.11.2018 (3. hafta) ile üretim döneminin sonlandırıldığı 26.01.2019 (14. hafta) tarihleri arasında konulara uygulanan toplam besin çözeltisi miktarları (SSM) 20,01-20,15 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. II. dönemde konulara uygulanan besin çözeltisi miktarı I. üretim dönemine oranla ortalama 2,47 L bitki<sup>-1</sup> daha düşük olup, bu farkın II. üretim döneminin I. üretim dönemine göre iki hafta daha kısa tutulmasından kaynaklanmıştır. Üretim dönemlerinde araştırma konularına uygulanan günlük ortalama besin çözeltisi miktarlarının (SSM) haftalık değişimi ise Şekil 2'de verilmiştir.

Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri



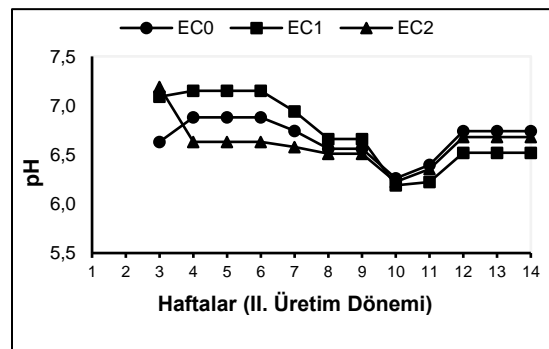
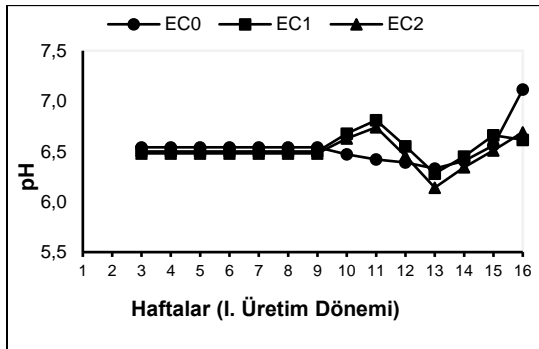
Şekil 2. Üretim dönemlerinde konulara uygulanan ortalama besin çözeltisi miktarlarının haftalık değişimi

Şekil 2'ye göre; her iki yetiştiricilik döneminde de bitkilerin gelişim dönemi başlangıcında az miktarlarda besin çözeltisi uygulanırken, bitki gelişime bağlı olarak 8. hafta itibariyle konulara uygulanan besin çözeltisi miktarları artırılmıştır. I. üretim döneminde, bitkilere günlük ortalama 0,25 L bitki<sup>-1</sup> ile 3,76 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişen miktarlarda besin çözeltisi uygulanmıştır. Buna göre; EC0 konusunda 0,25-3,76 L bitki<sup>-1</sup>, EC1 konusunda 0,28-3,69 L bitki<sup>-1</sup>, EC2 konusunda 0,26-3,71 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişen miktarlarda besin çözeltisi uygulanmıştır. Araştırma konularına, üretim döneminin

14. haftasından üretim döneminin sonuna kadar 3,5 L bitki<sup>-1</sup> üzerinde besin çözeltisi uygulaması gerçekleştirilmiştir. II. üretim döneminde de I. üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi miktarındaki değişime benzer şekilde; bitkilerin gelişim dönemi başlangıcında daha az miktarlarda uygulanan besin çözeltisi miktarları bitki gelişime bağlı olarak 10. hafta itibariyle artırılmıştır. Konulara günde ortalama 0,33-3,50 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişen miktarda besin çözeltisinin uygulandığı saptanmıştır. Buna göre; EC0 konusunda 0,35-3,49 L bitki<sup>-1</sup>, EC1 konusunda 0,38-3,47 L bitki<sup>-1</sup>, EC2 konusunda 0,33-3,50 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişen miktarlarda besin çözeltisi uygulanmıştır. Araştırma konularına uygulanan en yüksek besin çözeltisi miktarları ise gelişim döneminin 13. ve 14. haftalarında 3,00 L bitki<sup>-1</sup>'nin üzerinde olmuştur.

Üretim dönemlerinde konulara uygulanan besin çözeltisine ilişkin pH ölçümleri Şekil 3'te, EC düzeyleri ölçümleri ise Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde konulara ilişkin besin çözeltisi pH değerlerinin I. üretim döneminde besin çözeltisi uygulamasını takiben 13 haftalık ve II. üretim döneminde ise besin çözeltisi uygulamasını takiben 11 haftalık süreç için 6,14-7,19 arasında tutulduğu anlaşılmaktadır.

I. üretim dönemi için pH'lar, EC0 konusunda 6,33-7,12, EC1 konusunda 6,28-6,81 ve EC2 konusunda 6,14-6,74 arasında, II. üretim dönemi için ise EC0 konusunda 6,26-6,88, EC1 konusunda 6,19-7,15 ve EC2 konusunda 6,22-7,19 arasında değişmiştir. II. üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi pH değerlerinin I. üretim dönemine yakın ancak biraz daha yüksek seyrettiği tespit edilmiştir.

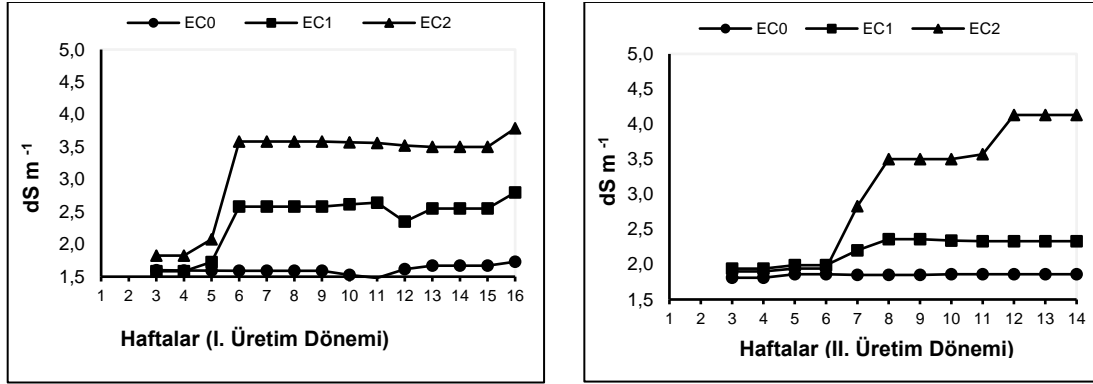


Şekil 3. Üretim dönemlerinde konulara uygulanan besin çözeltilerine ilişkin pH'ların haftalık değişimleri

Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri

şekil 4'e göre; konulara uygulanan besin çözeltilerine ilişkin EC düzeyleri, I. üretim dönemi için EC0 konusunda 1,48-1,73 dS m<sup>-1</sup>, EC1 konusunda 1,58-2,80 dS m<sup>-1</sup> ve EC2 konusunda 1,83-3,79 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. II. üretim dönemi için ise, EC0 konusunda 1,81-1,86 dS m<sup>-1</sup>, EC1 konusunda 1,94-2,36 dS m<sup>-1</sup> ve EC2 konusunda 1,90-4,13 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. I. üretim döneminde, EC0, EC1 ve EC2 konuları için

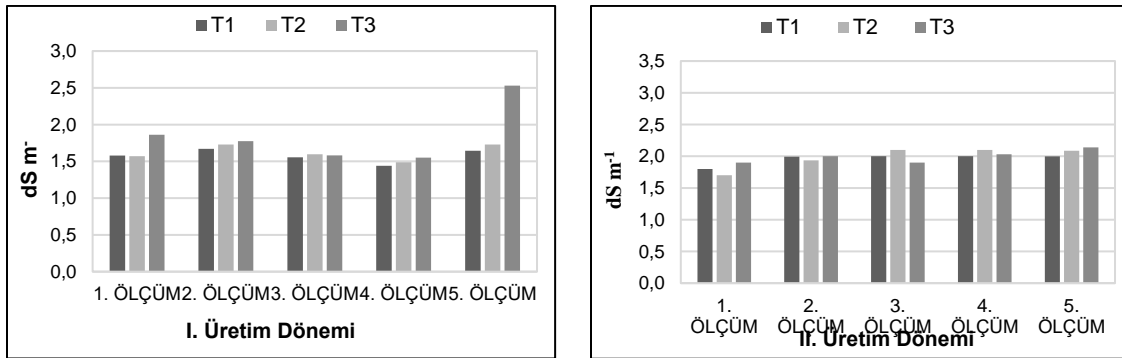
konulara uygulanan en yüksek EC düzeyleri üretim döneminin 16. haftasında sırasıyla, 1,73 dS m<sup>-1</sup>, 2,80 dS m<sup>-1</sup> ve 3,79 dS m<sup>-1</sup>dir. II. üretim döneminde ise EC0 konusunda 5-6. haftaları ile 10-14. haftalar arasında 1,86 dS m<sup>-1</sup>, EC1 konusunda 8-9. haftaları arasında 2,36 dS m<sup>-1</sup>, EC2 konusunda ise 12-14. haftalar arasında 4,13 dS m<sup>-1</sup> değerini almıştır.



şekil 4. Üretim dönemlerinde konulara uygulanan besin çözeltilerine ilişkin EC düzeylerinin haftalık değişimleri

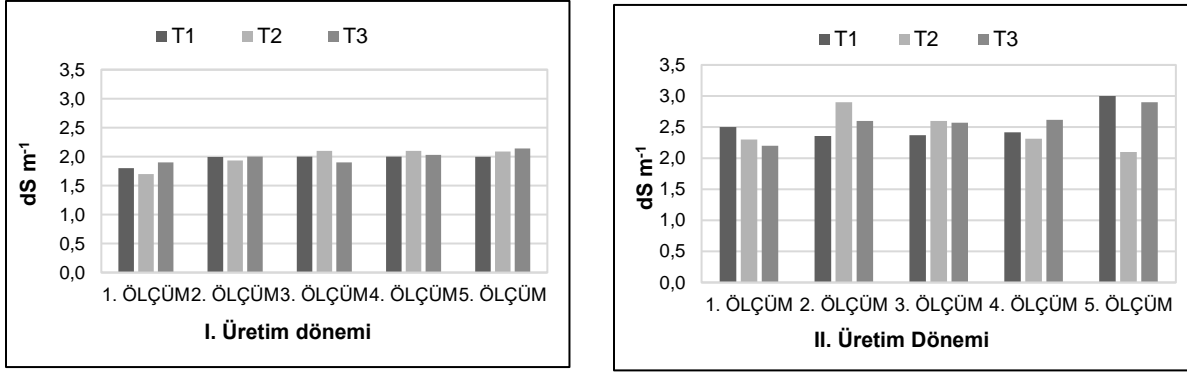
Her üretim dönemi için konulardan drene olan besin çözeltilerinde toplamda 5 set EC ölçümü gerçekleştirilmiştir. Üretim dönemlerinde EC0, EC1 ve EC2 konularından drene olan besin çözeltilerine yönelik EC düzeyi ölçümleri sırasıyla şekil 5, şekil 6 ve şekil 7'de verilmiştir.

şekil 5, şekil 6 ve şekil 7'ye göre; I. üretim döneminde konulardan drene olan besin çözeltilerine EC düzeyleri ortalama 1,44-3,86 dS m<sup>-1</sup>, II. üretim döneminde ise 1,70-5,20 dS m<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. şekil 5'e göre, I. üretim döneminde EC0 konusundan drene olan besin çözeltilerine EC'lerine ilişkin 5 ölçüm tekrerrüt ortalamasının 1,58-1,86 dS m<sup>-1</sup> ve II. üretim döneminde ise 1,96-1,99 dS m<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir.

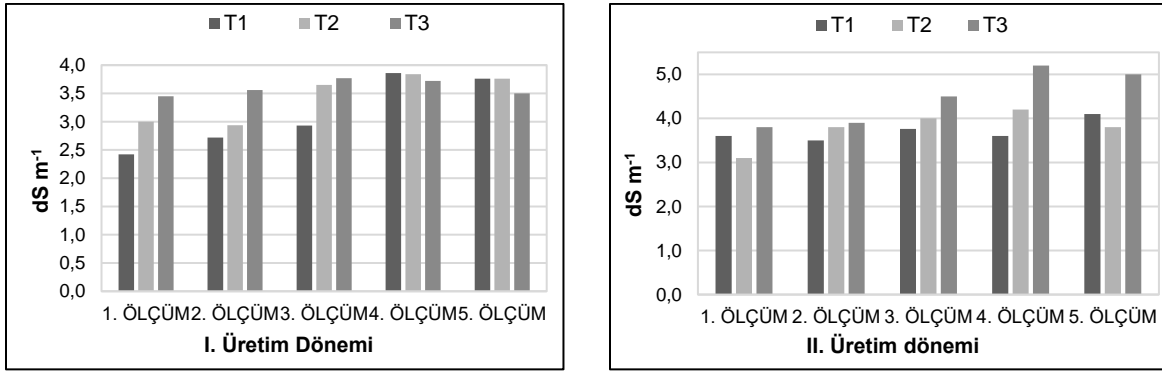


şekil 5. Üretim dönemlerinde EC0 konusundan drene olan besin çözeltilerine ilişkin EC düzeyleri değişimi

Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri



Şekil 6. Üretim dönemlerinde EC1 konusundan drene olan besin çözeltilisine ilişkin EC düzeyleri değişimi

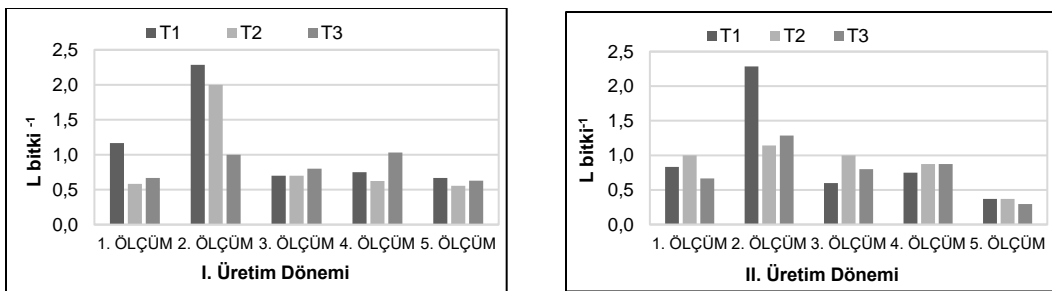


Şekil 7. Üretim dönemlerinde EC2 konusundan drene olan besin çözeltilisine ilişkin EC düzeyleri değişimi

Şekil 6 incelendiğinde, EC1 konusundan drene olan besin çözeltilisine EC'lerine ilişkin 5 ölçüm tekerrür ortalamasının 1,91-2,41  $dS m^{-1}$  ve II. üretim döneminde ise 2,44-2,58  $dS m^{-1}$  arasında değiştiği saptanmıştır.

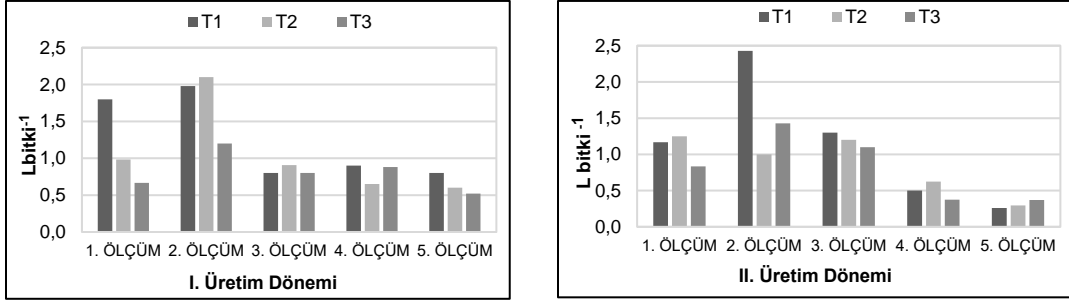
Şekil 7'ye göre ise EC2 konusundan drene olan besin çözeltilisine EC'lerine ilişkin 5 ölçüm tekerrür ortalaması I. üretim döneminde 3,14-3,60  $dS m^{-1}$  ve II. üretim döneminde ise 3,71-4,48  $dS m^{-1}$  arasında değişmiştir.

İki döneme ilişkin olarak konulardan drene olan besin çözeltilisi örneklerinin EC düzeyleri kıyaslandığında, II. üretim döneminde konulardan drene olan (EC0, EC1, EC2) besin çözeltililerinin EC düzeylerinin, I. üretim dönemine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, bitkilere uygulamak amacıyla hazırlanan stok besin çözeltilisi EC düzeylerinin daha yüksek olması ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 4). I. ve II. üretim döneminde konulardan drene olan ortalama besin çözeltilisi miktarları ise EC0, EC1 ve EC2 konuları için sırasıyla Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da verilmiştir.

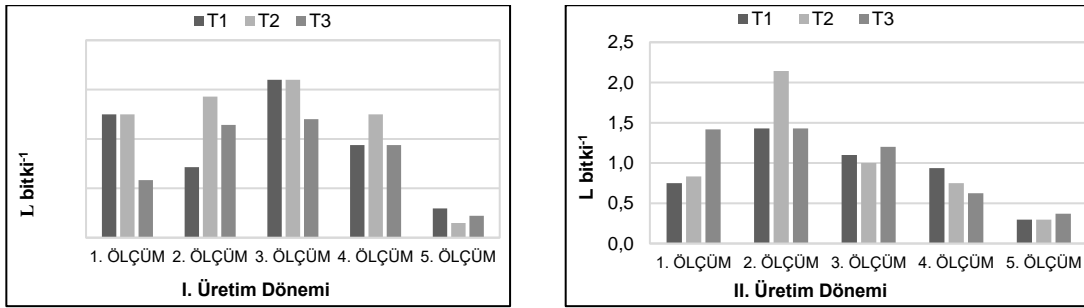


Şekil 8. Üretim dönemlerinde EC0 konusundan günlük drene olan besin çözeltilisi miktarları

Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri



Şekil 9. Üretim dönemlerinde EC1 konusundan günlük drene olan besin çözeltili miktarları



Şekil 10. Üretim dönemlerinde EC2 konusundan günlük drene olan besin çözeltili miktarları

Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10 incelendiğinde; I. üretim döneminde konulardan drene olan ortalama besin çözeltili miktarlarının 0,15-2,29 litre bitki<sup>-1</sup> arasında ve II. üretim döneminde ise 0,26-2,43 L bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Şekil 8'e göre; I. üretim döneminde EC0 konusundan drene olan besin çözeltili miktarlarına ilişkin 5 ölçüm tekerrür ortalaması 0,83-1,11 L bitki<sup>-1</sup> ve II. üretim döneminde ise 0,78-0,97 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Şekil 9'a göre; I. üretim döneminde EC1 konusundan drene olan besin çözeltili miktarlarına ilişkin 5 ölçüm tekerrür ortalaması 0,81-1,26 L bitki<sup>-1</sup> ve II. üretim döneminde ise 0,82-1,13 L bitki<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Şekil 10'a göre I. üretim döneminde EC2 konusundan drene olan besin çözeltili miktarlarına ilişkin 5 ölçüm tekerrür ortalaması 0,82-1,14 L bitki<sup>-1</sup> arasında, II. üretim döneminde ise 0,83-1,42 L bitki<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Yıldırım ve ark. (2015) tarafından yapılan serada topraklı yetiştiricilik koşullarında, 0,25- 0,50- 0,75- 1,00 ve 1,25 pan kabı buharlaşma katsayıları (Kcp) esas alınarak A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarına göre sulamalar neticesinde, deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarlarının 24–120 mm arasında, toplam mevsimlik su tüketiminin ise 94–144 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Abd-Elmoniem ve ark. (2006) hidroponik koşullarda açık ve kapalı sistemlerde su ve besin maddesi tüketiminin karşılaştırıldığı çalışmalarında;

baş salata için bitki su tüketimi değerinin sırasıyla kapalı ve açık sistemler için kontrol uygulamasında 68,5 ve 80,5 L bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Serada kullanılan gölgeleme materyali yüzdeliğine göre bitki su tüketim değerlerinin değiştiğini ifade etmişlerdir. Bu araştırma sonucundaki sula-maya yönelik bulgular tuz stresi koşulunda gerçekleştirilen araştırmamızda bitki başına uygulanan besin çözeltili miktarları (20,01-22,64 L bitki<sup>-1</sup>) yanında çok yüksek düzeydedir. Bu durum hem çeşit ve yetiştiriciliğin yürütüldüğü iklim koşullardaki farklılık ile ilişkilendirilmiştir.

Savvas ve ark. (2005) tarafından, sera koşullarında hidroponik sistemde gerçekleştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) yetiştiriciliğinde dört farklı NaCl konsantrasyonunun (0,8 mM, 5 mM, 10 mM ve 15 mM) etkilerini araştırdıkları bir çalışma sonucunda; tahliye edilmeyen drenaj çözeltilisinin elektriksel iletkenliğinin (EC) kök ortamında hızla arttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, ayrıca geri dönüşümün başlatılmasından 6-7 hafta sonra drenaj suyunun EC'sinin, işleme bağlı olarak asemptomatik olarak maksimum seviyeye yaklaştığını saptamışlardır. Bazı makro besin element konsantrasyonlarında da zamanla artan bir eğilimin söz konusu olduğunu, ancak bu artışın nispeten çok düşük olduğunu ve gözlenen bu EC artışını açıklayamadığı ifade etmişlerdir. Bu nedenle, söz konusu EC artışı başlangıçta hızlı olan Na ve Cl alım konsantrasyonları, buharlaşma kayıplarını telafi etmek için kullanılan sulama suyunda



**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

karşılık gelen konsantrasyonlara yaklaştıkça en aza indirilme eğiliminde olan Na ve Cl birikimine atfetmişlerdir. Araştırmamızda, yüksek tuzluluk düzeyi uygulamalarından elde edilen drenaj çözeltileri EC düzeylerinin daha yüksek değerlerle olma noktasında Savvas ve ark. (2005) tarafından elde edilen drenaj çözeltilerinin elektriksel iletkenliğinin (EC) kök ortamında hızla artması sonucu, Na ve Cl birikimi ilişkilendirilmesi noktasında uyumlu bulunmuştur.

### Bitki besin maddelerine ilişkin bulgular

Üretim dönemlerinde, denemeye alınan tuzluluk düzeylerinin bitki yapraklarında oluşturduğu etkilerin belirlenebilmesi amacıyla bazı makro ve mikro besin maddelerine yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Farklı tuzluluk düzeylerinin baş salata yapraklarındaki bazı makro besin maddesi (%) içerikleri üzerindeki istatistiksel etkileri Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Üretim dönemlerinde tuzluluğun baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) yapraklarındaki bazı makro bitki besin maddesi (%) içeriklerine etkisi

		% Top. N	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<b>Uygulamalar</b>	<b>EC0</b>	1,595 b	0,387 c	0,885 b	0,359	0,428 b
	<b>EC1</b>	2,215 a	0,470 a	1,045 a	0,593	0,665 a
	<b>EC2</b>	2,198 a	0,433 b	0,972 ab	0,463	0,490 b
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>0,242**</b>	<b>0,021**</b>	<b>0,097*</b>	<b>öd.</b>	<b>0,141*</b>
<b>Dönemler</b>	<b>1. Ü.D.</b>	1,773 b	0,293 b	0,408 b	0,661 a	0,603 a
	<b>2. Ü.D.</b>	2,232 a	0,567 a	1,526 a	0,282 b	0,452 b
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>0,197**</b>	<b>0,018**</b>	<b>0,080**</b>	<b>0,175**</b>	<b>0,115*</b>
<b>1. Üretim Dönemi</b>	<b>EC0</b>	1,274	0,244	0,345	0,403	0,430
	<b>EC1</b>	1,965	0,345	0,490	0,815	0,765
	<b>EC2</b>	2,080	0,290	0,390	0,765	0,615
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>
<b>2. Üretim Dönemi</b>	<b>EC0</b>	1,915	0,530	1,425	0,315	0,425
	<b>EC1</b>	2,465	0,595	1,600	0,370	0,565
	<b>EC2</b>	2,315	0,575	1,553	0,160	0,365
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>

\* : p<0,05 önem düzeyinde; \*\* : p<0,01 önem düzeyinde; öd.: önemli değil

Tablo 4 incelendiğinde; tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) yaprak N içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Aralarında rakamsal fark bulunmasına rağmen aynı istatistiksel grup içerisinde yer alan EC1 (%2,215) ve EC2 (%2,198) konularında en yüksek yaprak N değerleri belirlenirken, en düşük yaprak N içeriği EC0 (%1,595) konusunda belirlenmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak N içeriği üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Buna göre; yapraklardaki N düzeyi II. üretim döneminde (%2,232), I. üretim dönemine (%1,773) oranla daha yüksek bulunmuştur. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Topraksız tarım sistemleri kullanılarak tuz stresi altında marul üretiminin gerçekleştirildiği pek çok araştırma bulunmaktadır. Bunlardan biri olan - Ünlükara ve ark. (2008), marulun (*Lactuca sativa* var. *crispa*) sulama suyunun tuzluluğuna (0,75 dS m<sup>-1</sup>, 1,5 dS m<sup>-1</sup>, 2,5 dS m<sup>-1</sup>, 3,5 dS m<sup>-1</sup>, 5,0 dS m<sup>-1</sup> ve 7,0 dS m<sup>-1</sup>) tepkisi konulu yürüttükleri bir çalışmada, marul yaprağında tuzluluğa bağlı olarak N içeriğinin %2,75-

%3,10 arasında değiştiğini bildirilmiştir. Yaprak analiz sonuçlarının beklenmedik bir şekilde tuzluluk oranının artışının, marulun N alımı üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmamızda ise hem I. üretim döneminde hem de II. üretim döneminde tuzluluk arttıkça yaprak N içeriği artmıştır. Feigin ve ark., (1990) tarafından KNO<sub>3</sub> gübresi ve tuzluluğun birlikte marul bitkisi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; N içeriğinin %2,71%-3,50 arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırmamızda, marul yapraklarına ilişkin olarak elde edilen N içeriğinin diğer araştırmacılarının sonuçlarına oranla daha düşük düzeyde bulunması; araştırmaya alınan tuz düzeylerinin daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Azot, bitkilerin vejetatif büyümesini destekleyen en önemli bir besindir. Toprak çözeltilerindeki tuzun bileşimine bağlı olarak, bitkilerin N alımı toprak tuzluluğu ile azaltılabilir. Cl konsantrasyonundaki artışlar genellikle bitki köklerinin NO<sub>3</sub> alımında bir azalmaya neden olmaktadır (Ünlükara ve ark., 2008). Bu nedenle, NO<sub>3</sub>/Cl oranı bitkilerin N alımı için önemli bir faktördür.

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

Azot, her bitkinin büyüme için ihtiyaç duyduğu, birçok elementten biridir. Yapraklarında nitrat biriken birçok sebzelerden biri de maruldur (Santamaria, 2006). Azot eksikliği bitkiler için büyümei sınırlayan bir faktördür (Tuncay ve ark., 2011). Bununla birlikte, sudaki yüksek klorür içeriği nitratların emilimini azaltabilir ve yapraklarda birikebilir (Miceli ve ark., 2003). Marul (*Lactuca sativa* L.) orta derecede tuza dayanıklı olarak sınıflandırılarak 2,0 ve 2,6 dS m<sup>-1</sup>'in üzerindeki tuzluluk seviyelerinin marul taze verimini ve bitki büyümesini azalttığını, ancak tuzluluğun 2,8 dS m<sup>-1</sup>'ye yükseltilmesi durumunda yaprak kuru kütesinin kontrole kıyasla %24 arttığı bildirilmiştir (Xu and Mou 2015). Keutgen ve Pawelzik (2009) tarafından, kök ortamdaki yüksek sodyum klorür (NaCl) seviyelerinin, özellikle potasyum (K) ve kalsiyum (Ca)'un besin asimilasyonunu azalttığını, bunun da sodyum (Na) ile karşılaştırdığında K, Ca ve Mg iyon dengesizliklerine yol açtığını ayrıca enzimler üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalar özellikle dışarıdan K ve Ca uygulamalarının tuza dayanımı arttırdığını göstermiştir (Akat ve Özzambak, 2014; Akat ve Akat Saraçoğlu, 2017). İyonik toksitesinin, ozmotik stres ve tuzluluk altında beslenme farklılığından kaynaklanan metabolik dengesizlikler de oksidatif strese neden olabileceği bildirilmiştir (Zhu, 2002; Kılıç ve ark., 2008; Duyar ve Kılıç, 2018).

Tablo 4'e göre, tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) yaprak P içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. EC2 tuzluluk düzeyinde en yüksek yaprak P değerı belirlenirken, yaprak P içeriğine ilişkin en düşük değer EC0 konusunda belirlenmiştir. Buna göre yaprak P'una ilişkin en yüksek değer %0,47 ile EC2 konusunda, en düşük değer ise %0,387 ile EC0 konusunda bulunmuştur. Ana değişken dönem altında, yaprak P içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durumda, II. üretim döneminde (%0,567), I. üretim dönemine (%0,293) oranla yapraklarda daha yüksek P tespit edilmiştir. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünölmektedir. P ile ilgili olarak, bazı bitki türlerinde kum veya çözeltili kültürlerini kullanan çoğu çalışma, tuzluluğun doku P seviyesini arttırdığını göstermiştir (Keutgen ve Pawelzik, 2008; Neocleous ve ark., 2014). Araştırmamızda da yaprak P düzeyi, kontrole göre EC1 ve EC2 konularında daha yüksek düzeyde gözlenmiştir. P içeriğine ilişkin olarak, araştırmamızda daha yüksek düzeydeki düzeylerin tuzlu konularda belirlenmesi noktasında Keutgen ve Pawelzik (2008) ile Neocleous ve ark. (2014) sonuçlarıyla benzerlik bulunmuştur.

Tablo 4' te tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) yaprak K içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak K içeriğine ilişkin en yüksek değer EC1 konusunda (%1,045), en düşük değer ise EC0 konusunda (%0,885) belirlenmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak K içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmuştur. Buna göre; II. üretim döneminde (%1,526), I. üretim dönemine (% 0,408) oranla yapraklarda daha yüksek K içeriği tespit edilmiştir. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünölmektedir. Birçok araştırmacı, tuzluluğun yaprak K konsantrasyonunda azalmalara sebep olduğunu bildirilmiştir (Ünlükara ve ark., 2008; Kılıç ve ark., 2010; Neocleous ve ark., 2014; Duyar ve Kılıç, 2018).

Tablo 4' te tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yaprak Ca içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. EC1 tuzluluk düzeyinde en yüksek yaprak Ca değerı %0,593 iken, en düşük değer ise EC0 konusunda %0,359 olarak belirlenmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak Ca içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmıştır. Buna göre; diğer elementlerin tersine (N, P ve K) I. üretim döneminde Ca içeriği (%0,661), II. üretim dönemine (%0,282) oranla yapraklarda daha yüksek bulunmuştur. Marulda yaprak dokularındaki kalsiyum artışı fotosentetik kapasiteyi ve ayrıca klorofil sentezini artırabilir (Fallove ve ark., 2009). Ek olarak, yapraklı sebzelerde kalsiyum içeriğinin arttırılması, modern diyetlerde kalsiyumun en yaygın olarak kullanılan mineral besin olduğu düşünöldüğünde tüketicilere besinsel yararlarını daha da artırabilir (Grusak, 2002). Yapılan çalışmalarda topraksız kültür hidroponik sistemde marul bitkisinin ihtiyaççı olan N, P, K dozunun artan miktarlarda uygulanması durumunda, marul bitkisinin yaprak ve kök kuru madde verimini ve makro ve mikro besin elementlerinin kaldırılan miktarlarını olumlu yönde etkilediği saptandığı ifade edilmiştir. Ayrıca düşük N, P, K dozunda bitki gelişiminde herhangi bir sorun meydana gelmediği tespit edilmiştir (Gümüş, 2021). Lorenzo ve ark. (2000) tarafından gül bitkisi üzerinde 2 farklı EC düzeyinin (1.2 ve 3 mS cm<sup>-1</sup>) bitki besin maddelerinin alınımı üzerindeki etkisi izlenmiş ve sonuçta en yüksek EC düzeyi olan 3 mS cm<sup>-1</sup> uygulamasında alınan toplam N, P ve K miktarının azaldığı bildirilmiştir. Birçok araştırmacı, tuz konsantrasyonu arttığı marul yapraklarındaki Ca miktarının azaldığı bildirilmiştir (Feigin ve ark., 1990; Reiss ve Beale, 1996; Grattan ve Grieve, 1999; Ünlükara ve ark. 2008; Fallove ve ark., 2009; Neocleous ve ark., 2014; Duyar ve Kılıç, 2018). Bu azalma büyük olasılıkla aynı katyon taşıyıcıları için Na<sup>+</sup>

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

rekabetinden kaynaklanmaktadır (Azevedo-Neto ve Tabosa, 2000).

Tablo 4'e göre, tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yaprak Mg içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak Mg içeriğine ilişkin en yüksek değer EC1 konusunda (%0,665) belirlenirken, en düşük değer ise EC0 konusunda (%0,428) belirlenmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak Mg içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durumda, Ca elementi gibi yaprak Mg içeriği, I. üretim döneminde (%0,603), II. üretim dönemine (%0,452) oranla yapraklarda daha yüksek bulunmuştur. Borghesi ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise marul yapraklarındaki Mg konsantrasyonunun yüksek EC değerleri olan uygulamalarda daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Ancak bazı araştırmacıların bildirdiklerine göre ise aslında, substrattaki yüksek Ca konsantrasyonlarının genellikle yaprak Mg içeriğinde belirgin bir azalmayla birlikte yaprak kalsiyum içeriğinin artmasına neden olduğu; kalsiyumun susam bitkilerinde Mg yoğunluğunu indüklediğini sıklıkla bildirilmişlerdir (Bernstein ve ark., 1974; Nassery ve ark., 1979). Araştırmamızdan elde edilen sonuçların, diğer araştırmacıların N, P, K, Ca ve Mg 'ya ilişkin olarak en düşük değerlerin kontrol (EC0) konusunda yani hiç tuz uygulanman konudan elde edilmesi noktasında örtüşmektedir. Farklı tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yapraklarındaki bazı mikro besin maddesi (%) içerikleri üzerindeki istatistiksel etkileri ise Tablo 5' te verilmiştir.

**Tablo 5.** Üretim dönemlerinde tuzluluğun baş Salata (*Lactuca sativa* L.) yapraklarındaki bazı mikro bitki besin maddesi içeriklerine etkisi

		Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>Uygulamalar</b>	<b>EC0</b>	117,0	10,39	42,45 b	69,67c
	<b>EC1</b>	143,2	12,88	77,53a	110,61a
	<b>EC2</b>	121,7	9,68	71,23a	89,32b
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>7,56**</b>	<b>16,45**</b>
<b>Dönemler</b>	<b>1. Ü.D.</b>	167,3a	11,65	65,05	103,07a
	<b>2. Ü.D.</b>	87,2 b	10,32	62,42	76,66b
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>25,8**</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>13,43**</b>
	<b>1. Üretim Dönemi</b>	<b>EC0</b>	135,0	8,78	41,59
<b>EC1</b>		188,3	16,68	77,06	121,04a
<b>EC2</b>		178,7	9,48	76,49	114,67a
<b>LSD (0,05)</b>		<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>23,26*</b>
<b>2. Üretim Dönemi</b>	<b>EC0</b>	99,0	12,01	43,31	65,83b
	<b>EC1</b>	98,0	9,08	77,99	100,18a
	<b>EC2</b>	64,7	9,89	65,97	63,97b
	<b>LSD (0,05)</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>öd.</b>	<b>23,26*</b>

\* : p≤0,05 önem düzeyinde; \*\* : p≤0,01 önem düzeyinde; öd.: önemli değil

Tablo 5 incelendiğinde; tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yaprak Fe içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna göre; en yüksek yaprak Fe içeriği 143,2 mg kg<sup>-1</sup> ile EC1 konusunda, en düşük yaprak Fe içeriği ise 117,0 mg kg<sup>-1</sup> ile EC0 konusunda belirlenmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak Fe içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durumda, I. üretim döneminde (167,3 mg kg<sup>-1</sup>), II. üretim dönemine (87,2 mg kg<sup>-1</sup>) oranla yapraklarda daha yüksek Fe belirlenmiştir. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Birçok araştırmacı yaprakta demir (Fe) birikimi değişkeninin tuzluluk ile

azaldığını bildirmişlerdir (Ünlükara ve ark., 2008). Araştırmamızdan en düşük Fe değerlerinin en düşük tuzluluk düzeyine sahip kontrol konusundan alınması noktasında bu sonuçla uyumsuz görünmektedir. Hassan ve ark. (1970), Maas ve ark. (1972), Dahiya ve Singh (1976) ile Grattan ve Grieve (1999) bildirdiklerine atfen demir konsantrasyonları, daha yüksek CaCl<sub>2</sub> konsantrasyonları olan uygulamalarda daha yüksek, ancak diğer uygulamalarda önemli farklılıklar olmadığını bildirmiştir. Bitkilerde demir konsantrasyonu üzerine tuzluluğun etkisi tutarsızdır. Yapılan çalışmalara göre, tuzluluğun; bezelye, domates, soya fasulyesi yapraklarında Fe konsantrasyonunu arttırdığını, arpa ve mısır filizlerindeki konsantrasyonunu ise azalttığını

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Borghesi ve ark., 2013).

Tuzluluk düzeylerinin baş salatada (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yaprak Cu içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna göre, yaprak Cu içeriğine ilişkin en yüksek değer 12,88 mg kg<sup>-1</sup> EC1 konusunda, en düşük değer ise 9,68 mg kg<sup>-1</sup> ile en yüksek tuzluluk düzeyi kabul edilen EC2 konusunda tespit edilmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak Cu içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durumda, I. üretim döneminde (11,65 mg kg<sup>-1</sup>), II. üretim dönemine (10,32 mg kg<sup>-1</sup>) oranla yapraklarda daha yüksek Cu belirlenmiştir.

Tablo 5'e göre; tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yaprak Zn içeriği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre, yaprak Zn içeriğine ilişkin en yüksek değer 77.53 mg kg<sup>-1</sup> EC1 konusunda, en düşük değer ise 42.45 mg kg<sup>-1</sup> ile en düşük tuzluluk düzeyi kabul edilen E0 konusunda tespit edilmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak Zn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. I. üretim döneminde (65.05 mg kg<sup>-1</sup>), II. üretim dönemine (62.42 mg kg<sup>-1</sup>) oranla yapraklarda daha yüksek Zn belirlenmiştir. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tuzluluk düzeylerinin baş salata (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) yaprak Mn üzerine ana etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre yaprak Mn içeriğine ilişkin en yüksek değer 110,61 mg kg<sup>-1</sup> EC1 konusunda, en düşük değer ise 69,67 mg kg<sup>-1</sup> ile en düşük tuzluluk düzeyi kabul edilen EC0 konusunda tespit edilmiştir. Ana değişken dönem altında, yaprak Mn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durumda, I. üretim döneminde (103,07 mg kg<sup>-1</sup>) II. üretim dönemine (76,66 mg kg<sup>-1</sup>) oranla yapraklarda daha yüksek Mn belirlenmiştir. Dönemler arasındaki bu farklılığın yetiştirme sürecindeki iklim koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Tuz uygulamaları x üretim dönemi (ana değişken tuz, alt değişken üretim dönemi) in-treksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. I. üretim döneminde en yüksek yaprak Mn içeriği aynı istatistiksel grupta yer almasına rağmen aralarında rakamsal fark bulunan EC1 ve EC2 konularında sırasıyla 121,04 mg kg<sup>-1</sup> ve 114,67 mg kg<sup>-1</sup> saptanmıştır. II. üretim döneminde ise en yüksek yaprak Mn içeriği 100,18 mg kg<sup>-1</sup> ile EC2 konusunda belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar, besin alımının azalması, taşınımını katalizleyen ve artıran enerji eksikliğine ve

Fe, Mn ve Cu gibi besin maddelerinin alımına bağlanabilir (Helal ve Mengel, 1981). Neocleous ve ark. (2014) tarafından, yeşil "Paris Island" ve kırmızı "Sanguine" olmak üzere iki marul (*Lactuca sativa* L.) çeşidinde, farklı konsantrasyona sahip NaCl çözeltilerinde (0, 5, 10 ve 20 mM) gerçekleştirilen yetiştiricilikten elde edilen sonuçlar; her iki çeşitte tuzluluğun, K konsantrasyonunda azalmalara sebep olduğunu, marul yapraklarında Zn ve Cu konsantrasyonlarını ise arttırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca, tuzluluğun yeşil renkli marulda Ca konsantrasyonunu azaltırken, kırmızı renkli marulda Fe, Mn ve B konsantrasyonlarını arttırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar ulaşılmış oldukları bu sonucu; marul yapraklarında Cl ve Na birikimine bağlı olan tuzlulukla ilişkilendirmişlerdir. Araştırmamızdan besin elementlerine ilişkin olarak elde edilen sonuçlar ise, NaCl konsantrasyonu arttıkça Zn içeriğinin artması noktasında bu araştırma sonucu ile uyumlu bulunurken, K, Ca, Fe, Mn içerikleri yönünden benzer ilişki kurulamamıştır. Bu farklılığı çalışılan çeşit ve denemeye alınan tuzluluk düzeylerindeki değişikliklerle ilişkilendirmek mümkündür.

Tuzluluk ve mikro besin ilişkileri üzerine yapılan çalışmalar Grattan ve Grieve (1999) tarafından bildirildiği üzere farklı sonuçlar vermiştir. Genel olarak, tuzluluğun fasulye, mısır ve domatesin dokularında Zn konsantrasyonunu arttırdığını ve salatalık yapraklarında ise azalttığını göstermiştir. Zn içeriğine benzer şekilde, Cu birikiminin tuzluluk etkisi de değişkendir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre; mısırın yaprak ve sürgünlerdeki Cu konsantrasyonu tuz stresi koşullarında azalırken, hidroponik koşullarda yetiştirilen domateslerde NaCl tuzluluğu yaprak Cu değerini artırmıştır. Ünlükara ve ark. (2008) bitkilerdeki Mn ve Zn birikimleri için elde ettiği sonuçlar, sulama suyunun tuzluluk seviyesine karşı herhangi bir tutarlılık göstermemiştir. Bununla birlikte, Cu için konsantrasyon en yüksek tuz konsantrasyonu düzeyine kadar arttığını ve daha sonra tutarsız davrandığını ve Fe birikiminin ise sürekli olarak artış gösterdiğini ancak daha sonra sulama suyunun tuzluluğunun artmasına karşı azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bitkideki Na kaynaklı tuz birikiminin mikro element içeriğini değiştirdiği özellikle Fe, Cu ve Mn içeriğinin artışı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Çelik ve Eraslan, 2015).

Çamoğlu ve Demirel (2015), 2 farklı tuz (0,6 dS m<sup>-1</sup> ve 4,0 dS m<sup>-1</sup>) ve 4 farklı potasyum (5, 16, 32 ve 48 kg da<sup>-1</sup>) düzeylerinin marul bitkisinin verimi ile bazı fizyolojik ve morfolojik özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürütmüş oldukları çalışmalarında; sulama suyundaki tuz düzeyindeki artışın bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini saptamışlardır.

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

Bitkilere ihtiyacından çok daha fazla verilen potasyumun ise tuz stresini azaltıcı bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Bu çalışmada, baş salata topraksız tarım koşullarında (*Lactuca Sativa* var. *capitata*) katı ortam kültüründe 3 farklı tuzluluk [(Kontrol (EC0), Kontrol+1 dS/m (EC1) ve Kontrol+2 dS/m (EC2)] düzeyinde yetiştirilerek, tuzluluğun verim ve bitki besin elementleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda tuzluluk düzeylerinin baş salata yapraklarındaki N, P, K, Mg, Zn ve Mn içerikleri üzerindeki ana etkisi istatistiksel önemli bir fark yaratırken, tuzluluk düzeylerinin baş salata yaprakları Ca, Fe ve Cu içerikleri üzerindeki etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Tüm makro ve mikro besin elementleri değerlendirildiğinde, EC1 düzeyinde yetiştirilen baş salata yapraklarında en yüksek değerler elde edilmiştir.

Tuz stresinin baş salata yetiştiriciliğinde etkisinin araştırıldığı pek çok araştırma sonucunu destekler şekilde tuz seviyesindeki eşzamanlı bir artışla, N, K ve Mg ile beslenmelerini önemli ölçüde azaltarak bitkilerin mineral dengesinde bozulmalar ortaya çıkartmıştır. Açık besleme sisteminden atılan gübreler nitelik ve nicelik olarak incelendiğinde çevre kirliliği yönünden karşı karşıya kalınan tehdidin boyutlarını da ortaya çıkarmaktadır. Bu yönden, ülkemizde gerçekleştirilen bazı çalışmalarda da yeraltı sularında kirliliğin giderek arttığı ve bir takım önlemlerin alınması gerektiği açıktır (Akat, 2000). Bu nedenle artan su kalitesi sorunları nedeniyle, tarımda tuzlu su arıtımından çok daha büyük ölçekte kullanılması gerekli sistemler (örneğin, yüksek etkili nanofiltrasyon ve/veya ters ozmoz) yaygınlaştırılması zorunluluğu doğmaktadır (Bres ve ark., 2022).

Su mevcudiyeti, tarımsal kalkınma ve gıda üretimi için en büyük kısıtlamalardan biridir. Dolayısıyla, baş salata yetiştiriciliğine yönelik olarak elde edilen tüm bu bulgular doğrultusunda, topraksız tarım baş salata yetiştiriciliğinin belli bir konsantrasyona sahip kötü kaliteli ve tuzlu sulama sularının kullanılarak gerçekleştirilebileceği yaklaşımında bulunmak mümkündür.

## TEŞEKKÜR

Araştırmamıza destek sağlayan 17/BAMYO/001 numaralı proje kapsamında Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Abd-Elmoniem, E.M., Abdrabbo, M.A., Farag, A.A., Medany, M.A. (2006). Hydroponics for food production: Comparison of open and closed systems on yield and consumption of water and nutrient. The 2<sup>nd</sup> International Conference on Water Resources & Arid Environment, Riyadh, Saudi Arabia: King Saud University, 1-8.
- Açıkgöz N., İlker, E., Gökçöl, A. (2004). *Bilgisayarda biyolojik araştırmalarının değerlendirilmesi*. EÜ TOTEM Yayın No:2, İzmir.
- Akat, Ö. (2000). Farklı sulama programlarının sera topraksız domates yetiştiriciliğinde açık ve kapalı sistemlerde verim ve su tüketimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 55 s.
- 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., Akat Saraçoğlu Ö. (2017). The effects of organic substances and foliar calcium applications on *Limonium sinuatum* cultivation in saline conditions. In: *Current Trends in Science and Landscape Management*. Efe R., Zencirkıran, M., Jan A. Wendt, J.A., Tümsavaş, Z., Unal, H., Bilyana Borisova, B. (eds), Sofia St. Kliment Ohridski University Press Chapter: 25, 285-295.
- Alberici, A., Quattrini E., Penati, M., Martinetti, L., Gallina, P.M., Ferrante, A., Schiavi, M. (2008). Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system. *Acta Horticulturae*, 801:1167-1176.
- Ayers, A.D., Wadleigh, C.H., Bernstein, L. (1951). Salt tolerance of six varieties of lettuce. *Proceedings American Society for Horticultural Science*, 57: 237-242.
- Azevedo-Neto, A.D., Tabosa, J.N. (2000). Salt stress in maize seedlings: II. Distribution of cationic macronutrients and it's relation with sodium. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 4: 165-171.
- Bernstein, L., Francois, L.E., Clark, R.A. (1974). Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. *Agronomy Journal*, 66:412-421.
- 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.
- Breš, W., Kleiber, T., Markiewicz, B., Mieloszyk, E., Mieloch, M. (2022). The effect of NaCl stress on the response of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy*, 12(2): 244; DOI 10.3390/agronomy12020244.
- Çamoğlu, G., Demirel, K. (2015). Marulda farklı tuz ve potasyum uygulamalarının verim ve bazı fizyolojik özelliklere etkileri. *Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1): 89-97.
- Çelik, A., Eraslan, F. (2015). Nitrik oksit uygulamasının tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin mineral beslenmesi ve bazı özellikleri üzerine etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 55-64.

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

- Dahiya, S.S., Singh, M. (1976). Effect of salinity, alkalinity and iron application on the availability of iron, manganese, phosphorus and sodium pea crop. *Plant and Soil*, 44: 697–702.
- Davenport, R.J., Reid, R.J., Smith, F.A. (1997). Sodium calcium interactions in two wheat species differing in salinity tolerance. *Plant Physiology*, 99: 323–327.
- Duyar, H., Kılıç, C.C. (2018). Effect of different salinity levels on rocket production in a floating system. In *XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Soilless Culture and VIII International*, 1273: 85-92.
- Falovo, C., Roupael, 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 culture. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 89: 1682–1689.
- Feigin, A., Pressman, E., Imas, P. and Miltau, O. (1990). Combined effects of KNO<sub>3</sub> and salinity on yield and chemical composition of lettuce and chinese cabbage. *Irrigation Science*, 12: 223-230.
- Gümüş, B. (2021). Farklı besin kompozisyonlarının su kültüründe yetiştirilen marul bitkisinin gelişimi ve kimi bitki besin elementi içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Grattan, S.R., Grieve, C.M. (1999). Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78: 127–157.
- Grusak, M.A. (2002). Enhancing mineral content in plant food products. *Journal of the American College of Nutrition*, 21: 178–183.
- Hassan, N.A.K., Drew, J.V., Knudsen, D., Olson, R.A. (1970). Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. *Agronomy Journal*, 62: 42–46.
- Helal, H.M., Mengel, K. (1981). Interaction between light intensity and NaCl salinity and their effects on growth, CO<sub>2</sub> assimilation and photosynthate conversion in young broad beans. *Plant Physiology*, 67: 999-1002.
- İnal, A., Kacar, B. (2010). *Bitki Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, 912 s.
- Karakoç, B., Kale, S. (2016). Farklı erirlikteki tuz cinslerine sahip sulama suyu tuz düzeylerinin, marul (*Lactuca Sativa*) verimi üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 1-7.
- Kaya, C., Tuna, A.L. (2005). The role and importance of potassium in the plant grown under salt stress. Int. potash institute. Optimizing crop nutrition, potassium in soil. *Plant and Agro Ecosystem*. 121: 1-6.
- Keutgen, A.J., Pawelzik, E. 2008. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry*, 107: 1413–1420.
- Keutgen, A.J., Pawelzik, E. (2009). Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany*, 65: 170-176.
- Kılıç, C.C., Kukul, Y.S., Anaç, D. (2008). Performance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) as a salt-removing crop. *Agricultural Water Management*, 95(7): 854-858.
- Kılıç, C.C., Anaç, D., Aksoy, U., Anaç, S. (2010). Purslane and natural vegetation as bioremediation tools to cope salinity in Satsuma mandarin orchards. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (23): 3316-3321.
- Lazof, D., LaEuchli, A. (1991). The nutritional status of the apical meristem of *Lactuca sativa* as affected by NaCl salinization: an electron-probe microanalytic study. *Planta*, 184:334-342.
- Maas, E.V., Ogata, G., Garber, M.J. (1972). Influence of salinity on Fe, Mn, Zn uptake by plants. *Agronomy Journal*, 64: 793–795.
- Maloupa, E. (2002). Hydroponic systems. In: *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. Savvas, D. and Passam, H. (eds.), Embryo Publications, Athens, 143-178.
- Miceli, A., Moncada, A., D'Anna, F. (2003). Effect of salt stress in lettuce cultivation. *Acta Horticulturae*, 609:371-375.
- Nassery, H., Ogata, G., Maas, E.V. (1979). Sensitivity of sesame to various salt. *Agronomy Journal*, 71: 595–597.
- Neocleous, D., Koukounaras, A., Siomos, A.S., Vasilakakis, M. (2014). Assessing the salinity effects on mineral composition and nutritional quality of green and red “baby” lettuce. *Journal of Food Quality*, 37: 1–8.
- Nicola, S., Hoeberechts, J., Fontana, E. (2002). Rocket (*Eruca sativa* Mill.) and corn salad (*Valerianella olitoria* L.): Production and shelf-life of two leafy vegetables grown in a soilless culture system. *Acta Horticulturae*, 633: 509-516.
- Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.N., Pardo, J.M. (1995). Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology*, 109: 735-742.
- Parida, A.K., Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Pignata, G., Casale, M., and Nicola, S. (2017). Water and nutrient supply in horticultural crops grown in soilless culture: resource efficiency in dynamic and intensive systems. In : *Advances in research on fertilization management of vegetable crops*. Tei, F., Nicola, S., Benincasa, P. (eds.), Cham Springer, 183–219.
- Sambo, P., Nicoletto, C., Giro, A., Pii Y., Valentinuzzi, F., Mimmo, T., Lugli, P., Orzes, G., Mazzetto, F., Astolfi, S., Terzano, R., Cesco, S. (2019). Hydroponic solutions for soilless production systems: issues and opportunities in a smart agriculture perspective. *Frontiers in Plant Science*, 10:923,1-17; DOI: 10.3389/fpls.2019.00923.
- Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1):10-17.
- Savvas, D., Pappa, V.A., Kotsiras, A., Gizas, G. (2005). NaCl accumulation in a cucumber crop grown in a completely closed hydroponic system as influenced by NaCl concentration in irrigation water. *European Journal of Horticultural Science*, 70:217– 223.
- Sevgican, A. (2002). *Örtüaltı sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Cilt – II*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Sonneveld, C. (2000). Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Doctoral thesis, Wageningen University, The Netherlands, 151 p.

**Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri**

---

- Taban, S., Katkat, A.V. (2000). Effect of salt stress on growth and mineral elements concentrations in shoot and root of maize plant. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 119–122.
- Torabi, M. (2014). Physiological and biochemical responses of plants to salt stress. The 1<sup>st</sup> International Conference on New Ideas in Agriculture. Islamic Azad University Khorasgan Branch. 26-27 January, Isfahan, Iran.
- Tuncay, O., Esiyok, D., Yagmur, B., Okur, B. (2011). Yield and quality of garden cress affected by different nitrogen sources and growing period. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 608- 617.
- Tuteja, N. (2007). *Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants*, Methods in Enzymology, Plant Molecular Biology, International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology, New Delhi, India, 428: 419-438.
- TÜİK (2022). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2013-2075-15844#:~:text=2050%20y%C4%B1%C4%B1nda%20%C3%BCnya%20n%C3%BCfusu%209,yeri%20ise%2024%20olarak%20de%C4%9Fi%C5%9Fcektir> (Erişim Tarihi: 20.03.2022)
- Ünlükara, A., Cemek, B., Karaman, S., Erşahin, S. (2008). Response of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36(4): 265-273.
- Xu, C., Mou, B. (2015). Evaluation of lettuce genotypes for salinity tolerance. *HortScience*, 50:1441–1446.
- Yıldırım, M., Bahar, E., Demirel, K. (2015). Farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvırcık marulun (*Lactuca sativa* var. *campania*) verimi ve gelişimi üzerine etkileri. *Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 29–34.
- Zhu, J.K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53: 247–73.
-