



## Effects of Different Nutrient Solutions on Yield and Quality Parameters of Rocket Grown in Floating Water Culture

Gölgün Bahar Öztekin<sup>1\*</sup>, Tuğba Uludağ<sup>2</sup>, Yüksel Tüzel<sup>3</sup>, Mahmut Tepecik<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Bornova/Izmir, Turkey

Corresponding author, E-mail: [golgen.oztekin@ege.edu.tr](mailto:golgen.oztekin@ege.edu.tr), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6023-013X>

<sup>2</sup>Department of Horticulture Science, Graduate School of Natural and Applied Science, Ege University, 35100 Bornova/Izmir, Turkey  
E-mail: [tugba.uludag89@gmail.com](mailto:tugba.uludag89@gmail.com)

<sup>3</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Bornova/Izmir, Turkey

E-mail: [yuksel.tuzel@ege.edu.tr](mailto:yuksel.tuzel@ege.edu.tr), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7825-9379>

<sup>4</sup>Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Bornova/Izmir, Turkey  
E-mail: [mahmut.tepecik@ege.edu.tr](mailto:mahmut.tepecik@ege.edu.tr)

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received : 25/09/2018

Accepted : 22/01/2019

#### Keywords:

*Eruca sativa*

Soilless culture

Dose

Nutrients

Yield

Nitrate

### ABSTRACT

Seeds of Bengi F1 rocket cultivar were sown into peat as inserting each seed to each hole (17 ccs) of trays with 210 cells (957 plant m<sup>-2</sup>). Following germination in the germination chamber, seedling trays were moved to a climate controlled greenhouse for adaptation. After emergence, the seedlings were transferred to water culture. The nutrient solution was applied as “full dose” (mg/L: N 150, P 50, K 150, Ca 150, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.05, B 0.50, Cu 0.03, Mo 0.02), “half dose” (macro elements reduced by 50%) and “without nutrients” (water). Cultivation was performed in 2 consecutive periods and in each period 3 harvests were done and quality analysis was done on the leaves from the first harvest. Results were given as the mean of two periods. Results showed that plant growth, yield and quality parameters vary depending on the concentration of the nutrient solution. It was observed that as the concentration of nutrient solution decreased, plant growth, biomass, yield values decreased, leaf color and total chlorophyll concentration did not change and while nitrate content decreased, vitamin C content increased. Leaf N, P, K and Fe element contents decreased with half dose, whereas Ca and Mg content did not change. However, there was no statistical difference between full dose and half dose treatments in many measured parameters. When all the data obtained from the study are evaluated together; it is suggested that rocket can be grown in a floating water culture and the dose of macro elements as reduced 50% can be preferred because it reduces the nitrate content, increases the vitamin C content and allows the use of less fertilizers without causing any significant reduction in yield compared with full dose.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(2): 258-265, 2019

## Farklı Besin Solüsyonlarının Yüzen Su Kültüründe Rokanın Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş : 25/09/2018

Kabul : 22/01/2019

#### Anahtar Kelimeler:

*Eruca sativa*

Topraksız tarım

Doz

Besin elementi

Verim

Nitrat

### ÖZ

Bengi F1 roka tohumları torf ortamına ekilmiştir. Her bir viyol gözüne (17 cc) 1 tohum gelecek şekilde (957 bitki/m<sup>2</sup>) ekim yapılmıştır. Çimlenme sonrası tohumlar adaptasyon serasına alınmış, çıkışlar tamamlandıktan sonra fideler su kültürüne aktarılmıştır. Bitkilerin beslenmesinde “tam doz” (komple besin solüsyonu: mg/L: N 150, P 50, K 150, Ca 150, Mg 50, Fe 5,0, Mn 0,50, Zn 0,05, B 0,50, Cu 0,03, Mo 0,02), “yarım doz” (makro elementleri %50 azaltılmış) besin solüsyonu ve “su” uygulaması kullanılmıştır. Ardışık 2 dönemde yapılan yetiştiricilikte her dönemde 3'er hasat yapılmış, ilk hasattan alınan yapraklarda kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar iki dönem ortalaması şeklinde sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerinin besin solüsyonu konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Besin solüsyonu konsantrasyonu azaldıkça bitki gelişim ve verim değerlerinin azaldığı; renk ve toplam klorofil miktarlarının değişmediği, nitrat içeriğinin azalırken vitamin C içeriğinin arttığı saptanmıştır. Yaprak N, P, K ve Fe element içerikleri yarım doz uygulaması ile azalmış; Ca ve Mg'da değişiklik olmamıştır. Ancak ölçülen birçok parametrede tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Su uygulaması bitki gelişimi ve verim için gübreli uygulamalara göre yeterli bulunmamıştır. Araştırma sonucunda, rokanın yüzen su kültüründe yetiştirilebileceği, besin elementleri %50 azaltılmış yarım doz uygulamasının verimde önemli bir azalma meydana getirmeden gerek nitrat içeriğini azaltıp, vitamin C içeriğini arttırması ve gerekse daha az gübre kullanımına olanak vermesi nedeni ile tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır.



## Giriş

Günümüzde hızlı ve pratik yaşam biçiminin getirisi olarak işlenmemiş, doğrudan tüketime yönelik ve temiz gıdaya olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda yaprakları tüketilen sebzeler pratik bir yemek olan salata yapımında kullanılmaları nedeni ile tercih edilmekte, ancak temiz olmaları yanında yeşilliklerin nitrat içeriklerinin düşük olması istenmektedir. Özellikle çalışan ev hanımlarının toprakla bulaşık yeşillikleri yıkamak için kaybettikleri zaman düşünüldüğünde, topraksız tarımda üretilmiş temiz ürünlerin tercih edilmesi kaçınılmazdır. Ayrıca, yaprakları tüketilen sebze türleri toprakta yetiştirildiğinde, toprak kökenli hastalıklara maruz kalma, yaprakların toprakla bulaşık olması ve yaprak kayıpları söz konusu olmaktadır. Bu sebzelerin pazara sunulmadan topraklarından arındırılması için yıkanması ve kurutulması gerekmektedir. Yıkama sonucunda yapraklar kurutulmadan pazara sunulduğunda yapraklarda bozulma ve deformasyon görülmekte, bu da ciddi ürün kayıplarına neden olabilmektedir. Oysa topraksız tarımda yapılan yetiştiricilikte toprakla bulaşma riski ortadan tamamıyla kalkmakta ve hasat sonrası yıkama gerektirmedikinden önemli ölçüde işgücü ve su tasarrufu sağlanmaktadır. Gerek üretim aşaması ve gerekse üretim sonrası süreçte sağlanan su tasarrufu da suyun önemli olduğu günümüz koşullarında sistemin önemini daha da arttırmaktadır.

Topraksız tarım sistemleri içerisinde özellikle su kültürü sistemleri, yenilebilir yeşilliklerin üretiminde yukarıda belirtilen nedenlerle popüler olmaya başlanmıştır. Su kültürü sistemleri içerisinde besin solüsyonunun havalandırıldığı, bitkilerin besin çözeltisi üzerinde serbest olarak bırakılan köpük levhalar üzerinde yetiştirildiği “yüzen su kültürü (floating)” (Morgan, 1999; Gül, 2008) sistemi yeşilliklerin üretilmesinde en çok kullanılan yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. 1980 yılında Arizona Üniversitesi’nde tasarlanmış olan bu sistem besin çözeltisinin konulduğu bir havuz, tohumlarının ekildiği veya fidelerin şaşırtıldığı besin çözeltisi yüzeyinde yüzebilecek hafif bir materyal (genellikle strafor köpük), havalandırma motoru ve besin solüsyonundan oluşmaktadır (Resh, 1998). Yüzen su kültürü fide yetiştirme (Carrasco ve ark., 2003; Bilalis ve ark., 2010) ve yenilebilir yeşilliklerin normal veya minyatür yapraklı üretiminde kullanılmaktadır (Fontana ve ark., 2010; Carrasco ve ark., 2011). Kolay tesis edilmesi, otomasyona olanak vermesi, ekonomik olması, hızlı bitki gelişimi, homojen ve temiz ürün, kaliteli ve yüksek verim, birim alandaki bitki sayısının fazlalığı, kolay hasat, su ve gübre kullanımının optimizasyonu, buharlaşma kaynaklı minimum su kaybı, çevreye duyarlı üretim ve küçük üretim alanları için adaptasyon kolaylığı sağlama sistemin avantajları olarak belirtilmiştir (Fernández ve ark., 2008; Franco ve ark., 2011; Tomasi ve ark., 2015). Ancak sistemin yüksek kalitede su gerektirmesi, besin solüsyonun havalandırılma ihtiyacı ve bu nedenle kesintisiz elektrik isteği, besin solüsyonu sıcaklığının mevsime göre ani düşüş ve artışları, ani bitki ölümleri yaşatması gibi dezavantajları (Rakocy ve ark., 1993; Nicola ve ark., 2005; Rodríguez-Hidalgo ve ark., 2010) olsa da söz konusu bu dezavantajlar uygun yönetim ile giderilebilecek durumdadır.

Su kültürü sistemlerinde uygun stratejiler ile yeşilliklerin sağlık açısından zararlı olan ve kanserojen etki yapan (Kara, 1993; Özdekan ve Üren, 2010) nitrat içeriğini de azaltabilir olması söz konusu sistemlerin önemini daha da arttırmaktadır. Yüzen su kültüründe besin solüsyonu makro element miktarlarını azaltılarak (Cocetta ve ark., 2007), besin solüsyonunu seyrelterek (Vernieri ve ark., 2005) ve hasat öncesi birkaç gün bitkilerin suda bekleterek (Gonnella ve ark., 2004; Jakse ve ark., 2013) yenilebilir yeşilliklerin nitrat içeriğinin azaltılabileceği ve yüzen su kültüründe ekonomik ve çevreye duyarlı bir şekilde yetiştiricilik yapabileceği ortaya konmuştur.

Yürütülen bu çalışmada rokanın yüzen su kültürü sisteminde üretim olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca besin solüsyonu konsantrasyonunun seyreltilmesinin bitki gelişimi, verim ve kalite üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Böylece Akdeniz ikliminin hâkim sürdüğü ısıtmasız sera koşullarında, uygun üretim pratikleri ile rokanın yüzen su kültüründe verimli ve kaliteli üretilebilmesinin olanakları ortaya konulmuş olacaktır.

## Materyal ve Metot

Araştırma, 2016-2017 yılları arasında kış-erken ilkbahar dönemlerinde, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü (Bornova-İzmir/Turkey, 38°27’17.03’’N, 27°14’17.71’’E)’ne ait sebze araştırma serasında yürütülmüştür.

Denemede bitkisel materyal olarak Ege Bölgesi’nde çok tüketilen ‘Bengi F<sub>1</sub>’ roka (*Eruca sativa L.*) çeşidi (Küçükçiftlik Tohum, Balıkesir/Türkiye), bitki yetiştirme yeri olarak göz hacmi 17 cc olan 210’luk köpük viyoller (Kar-Viyol, Antalya, Türkiye) ve tohum çimlendirmek için torf (Klassman TS1, Klasman-Deilmann GmbH, Geeste, Almanya) kullanılmıştır.

Tohum ekimleri ardışık iki dönem halinde 1. dönemde (kış) 24.11.2016, 2. dönemde (erken ilkbahar) 21.02.2017 tarihlerinde, 66,5 × 33,5 × 4,9 cm ebatlı viyollerin gözlerine doldurulan torf ortamına, her göze 1 adet tohum gelecek şekilde (m<sup>2</sup>’ye 1,5 g tohum) yapılmıştır. Gözlere düşen fazla tohumlar çıkış sonrası seyreltilmiştir. Denemede m<sup>2</sup>’de 957 bitki yer almıştır. Tohum ekiminden sonra ortamlar nemlendirilip viyoller streç film ile kaplanmış ve çimlendirme odasına konulmuştur. Viyoller çimlendirme odasında (karanlık, gece/gündüz 18-20°C, %80 nem) 4 gün tutulduktan sonra; fide adaptasyon serasına alınıp, 1-2 adet gerçek yaprakları çıkana kadar burada tutulmuştur. Bu süre içerisinde gerektiğinde serasındaki sulama rampası (boom sistemi) ile fidelere sadece su verilerek sulama yapılmıştır.

Su kültüründe yetiştiricilik, boyutları 80×44×19 cm olan, 52 litre hacme sahip plastik yatay teknelerde (Kod: 464, Aksu Plastik, Sultangazi-İstanbul/Turkey) yapılmıştır. Besin solüsyonunu havalandırmak için kompresör kullanılmış, havanın teknelere dağıtılmasında polietilen (PE) şeffaf hava hortumundan yararlanılmıştır. PE hortum üzerinden her tekneye ucunda hava taşı olan çıkışlar alınmıştır. Havalandırma oranını ayarlamak için mini vana kullanılmıştır. Kompresör elektriği zamanlayıcı ile verilmiş; zamanlayıcı 24 saat boyunca 30:30 dakika durma ve çalışma olacak şekilde ayarlanmıştır.

Besin solüsyonu reçetesi olarak Gül (2008)'e göre hazırlanan kışlık marul reçetesi (mg/L: N 150, P 50, K 150, Ca 150, Mg 50, Fe 5,0, Mn 0,50, Zn 0,05, B 0,50, Cu 0,03, Mo 0,02) denemeye alınmıştır. Bitkilerin beslenmesinde önerilen reçete "tam doz" (komple besin solüsyonu) olarak kabul edilmiş, makro elementleri %50 azaltılmış "yarım doz" besin solüsyonu ile kıyaslanmıştır. Kullanılan sulama suyunun bir element içeriği olduğu ve bunun bitki yetiştiriciliğinde yeterli olup olmadığını belirlemek için de gübreleme yapılmayan "su" uygulaması denemeye dahil edilmiştir. Kullanılan sulama suyunun element içeriği, elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri şöyledir: (mg/L) N 7, P 1,10, K 1,19, Ca 127,4, Mg 45,8, Na 29,8, Cl 52,0, Fe 1,43, Mn 0,88, Zn 0,38, Cu 0,11, EC 0,93 dS/m, pH 7,35.

Teknelerin her biri konusuna ait hazırlanan besin solüsyonu ve su ile (40 L) doldurulmuştur. Adaptasyon serasında çıkışlarını tamamlayan ve 1-2 gerçek yaprağa sahip fideler 1. dönemde 07.12.2016, 2. dönemde 10.03.2017 tarihinde su kültürüne aktarılmıştır. Bitkiler 1. dönemde 60, 2. dönemde 35 gün boyunca su kültüründe kalmışlardır. Bu süre içerisinde besin solüsyonu veya su miktarı azaldıkça haftada 1 defa takviye yapılmış ve 1 N nitrik asit ile pH ayarlamaları (5,5-6,5 aralığı) yapılmıştır. Doz denemesi olduğu için EC için bir müdahale yapılmamıştır. Teknelerdeki besin solüsyonunda haftada 2 defa yapılan ölçümlerde ortalama EC değerleri su uygulamasında 0,75-1,80 dS/m, yarım doz uygulamasında 1,16-3,09 dS/m ve tam doz uygulamasında 1,56-3,47 dS/m arasında; pH değerleri ise uygulamalara göre sırası ile 5,54-7,89, 5,59-7,35, 5,58-7,26 arasında değişmiştir. Üretim 1. dönemde 07.02.2017, 2. dönemde 14.04.2017 tarihinde sonlandırılmıştır.

Araştırma süresi boyunca sera içi sıcaklık, nem ve solar radyasyon değerlerine ilişkin iklim verileri, algılayıcılar (Delta-T Devices) ve veri kaydediciler (Delta-T Devices; GP1 ve DL3000) ile toplanmıştır. Besin solüsyonu sıcaklığının ölçülmesinde manuel termometreden yararlanılmış; solüsyon içine batırılan termometredeki sıcaklık değerleri gün içerisinde sabah, öğlen ve akşam okumaları şeklinde °C olarak kaydedilmiştir. Yetiştiricilik süresi boyunca sera içi sıcaklık değerleri 1,4 ile 45,1°C arasında değişmiş ve ortalama 18,8°C olmuştur. Ortalama oransal nem değeri %71,8; solar radyasyon değerleri ise 8,1 MJ/m<sup>2</sup>/gün olarak kaydedilmiştir. Besin solüsyonu sıcaklığı 3,5 ile 37,5°C arasında (ortalama 15,4°C) değişim göstermiştir.

Bitkiler ilk hasat olgunluğuna geldiklerinde her konunun her tekerrüründen homojen yapıda 40 örnek bitki seçilerek (10 bitki/tekerrür) bitki gelişimi ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Köklerin başlangıç noktasından en uç noktasına kadar olan uzunluk şerit metre ile ölçülerek, ortalama kök boyu (cm) verilmiştir. Köklerin başlangıç noktasından bitki yapraklarının en uç noktasına kadar olan kısım şerit metre yardımı ile ölçülmüş ve ortalama sonuçlar bitki boyu (cm) olarak verilmiştir. Yaprak kalınlığı (mm) dijital mikrometre (Mitutoyo, Japonya) ile yaprak ayasında damarsız kısımdan; gövde çapı (mm) dijital kumpas yardımı ile gövde kısmının ortasından ölçülmüştür. Alınan bitkilerin yaprak yaş ağırlıkları hassas terazi ile tartılıp 65°C etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları alınmış; elde edilen veriler yaş ve kuru ağırlık (g) olarak verilmiştir.

Bitkiler su kültürüne aktarıldıktan sonra 1. dönemde 26, 2. dönemde 17 gün sonra ilk hasatlar yapılmıştır. Birinci dönemde 03.01.2017, 26.01.2017 ve 07.02.2017

tariflerinde, 2. dönemde 27.03.2017, 07.04.2017 ve 14.04.2017 tarihlerinde üçer hasat yapılmıştır. Her hasatta bitkilerin tekrar yaprak verebilmesi için biçme işlemleri büyüme ucu üzerinden yapılmıştır. Yaprak kalitesindeki düşüşler nedeni ile 3. hasattan sonra üretim sonlandırılmıştır. İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her tekerrürden hasat edilen bitkiler ayrı ayrı tartılmış; hasat başına verimler ile toplam verim değeri (g/m<sup>2</sup>) hesaplanmıştır.

Her tekerrürden rastgele seçilen 20 bitkide yaprak rengi (McGuire, 1992) belirlendikten sonra toplam klorofil (klorofil a+b) miktarı (mg/g) Arnon, (1949)'a, nitrat içeriği Cataldo ve ark. (1975)'a göre, vitamin C içeriği Pearson (1970)'e göre spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir.

İlk hasatta alınan bitki örnekleri kök ve üst aksama ayrılarak 65°C'ye ayarlı etüvde kurutulduktan sonra, öğütülmüş ve elenmiş, bu örneklerde N, P, K, Ca, Mg ve Fe element içerikleri belirlenmiştir. Bunun için yaş yakılmış örneklerde P Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak; K ve Ca alev fotometresinde; Mg ve Fe atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir. Toplam N ise modifiye Kjeldahl yöntemiyle saptanmıştır. Sonuçlar kuru maddede % ve mg/kg üzerinden belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Araştırma her konu için 2 viyol kullanılmış olup, 1 viyol 2 tekerrür (n:105) içermiştir. Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre ardışık 2 dönemde kurulan denemede, 2 dönem sonuçlarının ortalama değerlerine istatistiksel analiz yapılmıştır. Besin solüsyonunda element dozu (tam doz, yarım doz ve gübresiz:su) konularından elde edilen verilere bilgisayarda JMP (Sürüm 5.0.1) istatistiksel analiz paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. F testine göre *öd* değeri istatistiksel anlamda önemsiz, \* değeri %5 seviyesinde önemli (0,01≤P≤0,05) ve \*\* değeri %1 seviyesine göre önemli (P≤0,01) olarak belirtilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde Tukey testi kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### *Bitki Gelişim ve Biyokütle Değerleri*

Besin solüsyonu element dozu rokada yaprak kalınlığı ve kök boyunda önemli bir farklılığa neden olmazken, gövde çapı ve bitki boyunu etkilemiştir. En yüksek bitki boyu ve çapı tam doz uygulamasından alınmış, bunu aynı istatistiksel grupta yer alan yarım doz uygulaması izlemiştir. Suda yetişen bitkilerin gövde çapı ve boyu düşük kalmıştır. Tam doz uygulaması ile su uygulamasına göre gövde çapı %25,9, bitki boyu %66,4 artış göstermiştir (Tablo 1).

Bitki biyokütlesi üzerine besin solüsyonu element içeriğinin etkisi önemli bulunmuştur. Yaprak yaş ve kuru ağırlığı tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiş ve aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Yaprak yaş ağırlığı su uygulaması yarım doz uygulaması ile karşılaştırıldığında %48,9 azalış gösterirken, tam doza göre %50,9 oranında azalmıştır. Yaprak kuru ağırlığında da benzer durum elde edilmiştir. Kök yaş ve kuru ağırlıkları besin solüsyonunda doz azaldıkça azalmış; en yüksek değer tam doz uygulamasından alınmış, bunu aynı istatistiksel grupta yer alan yarım doz uygulaması izlemiştir (Tablo 1).

Tablo 1 Besin solüsyonu element dozu farkının bitki gelişim ve biyokütle etkisi  
 Table 1 Effect of difference of nutrient solution element dose on plant growth and biomass

BED	YK (mm)	GÇ (mm)	BB (cm)	KB (cm)	Yaprak		Kök	
					Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)
Tam Doz	0,35	2,33 <sup>a</sup>	17,53 <sup>a</sup>	30,81	2,57 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,043 <sup>a</sup>
Yarım Doz	0,33	2,20 <sup>a</sup>	16,09 <sup>a</sup>	30,28	2,47 <sup>a</sup>	0,22 <sup>a</sup>	0,41 <sup>ab</sup>	0,035 <sup>ab</sup>
Yok (Su)	0,34	1,85 <sup>b</sup>	10,53 <sup>b</sup>	32,57	1,26 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,016 <sup>b</sup>
P	öd	*	**	öd	**	**	*	*

BED: Besin Elementi Dozu, YK: Yaprak kalınlığı (mm), GÇ: Gövde çapı, BB: Bitki boyu (mm), KB: Kök boyu (mm), öd: önemli değil, \*: 0,01<P≤0,05, \*\*: P≤0,01

Tablo 2 Farklı besin solüsyonu dozu uygulamasının hasat başına alınan verim değerleri ile toplam verim değeri üzerine etkileri  
 Table 2 Effects of different doses of nutrient solution application on yield values per harvest and total yield

BED	1. hasat verimi (g/m <sup>2</sup> )	2. hasat verimi (g/m <sup>2</sup> )	3. hasat verimi (g/m <sup>2</sup> )	Toplam verim (g/m <sup>2</sup> )
Tam Doz	1661,1 <sup>a</sup>	1061,7 <sup>a</sup>	1095,1 <sup>a</sup>	3817,9 <sup>a</sup>
Yarım Doz	1321,0 <sup>ab</sup>	933,2 <sup>a</sup>	714,7 <sup>b</sup>	2968,9 <sup>ab</sup>
Yok (Su)	844,1 <sup>b</sup>	346,6 <sup>b</sup>	320,0 <sup>c</sup>	1510,7 <sup>b</sup>
P	**	*	**	**

BED: Besin Elementi Dozu, \*: 0,01<P≤0,05, \*\*: P≤0,01

Bitki gelişim ve biyokütle verilerinde tam ve yarım doz uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılık olmamakla beraber, tam doz bitkileri daha iyi bitki gelişimi göstermiş, suda yetişen bitkilerin gelişimi zayıf kalmıştır. Nitekim, ıspanakta (Cocetta ve ark., 2007), rokada (D'Anna ve ark., 2003), kuzu marulunda (Gonella ve ark., 2004), roka ve maydanozda (Duyar ve Kılıç, 2016) yapılan önceki çalışmalar da besin solüsyonundaki makro element dozu azaldıkça bitki gelişiminin azaldığını göstermiştir. D'Anna ve ark. (2003) besin solüsyonunda yetiştirilen roka bitkilerinin yaprak alanının ve biyokütlesinin suda yetiştirilen bitkilerinkinden fazla olduğunu, dolayısı ile bitki gelişiminin besin solüsyonunda element içeriği azaldıkça azaldığını belirtmişlerdir.

Yürütülen çalışmada, kök boyunun ise diğer bitki gelişim parametrelerinden farklı bir durum gösterdiği; aralarında istatistiksel bir farklılık olmasa da suda yetiştirilen bitkilerde kök boyunun daha uzun olduğunu saptanmıştır. Kök uzunluğu ve besin solüsyonu element konsantrasyonu ile ilgili yüzen su kültüründe yürütülmüş bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak suda yetiştirilen bitkilerin kök boyunun uzun olmasının nedeninin, bitkilerin beslenme stresi altında besin elementi aramak için köklerini yetiştirme ortamının derinlerine salma özelliğinden (Taiz ve Zeiger, 2008) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Rokada optimum gelişme sıcaklığının 18-20°C (Alberici ve ark., 2008) olduğu ve 10°C'nin altında gelişmenin durduğu (Eşiyok, 2012) bildirilmiştir. Araştırmanın yapıldığı dönemlerde ortalama sera içi sıcaklığı 18,8°C olmuş ve bitkiler gelişimlerinde bir aksama olmadan yetiştirilebilmişlerdir.

#### Verim Değerleri

Besin elementi doz uygulamasının 1., 2. ve 3. hasatlardan elde edilen verim ile toplam verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Verim değerleri ilk hasatta en yüksek olmuş, sonraki hasatlarda verimde düşmeler görülmüştür. Besin solüsyonuna ilave edilen besin elementi dozunun tam olduğu uygulamalarda verim daha yüksek olmuş, bunu

yarım doz ve suda yetiştirilen bitkiler izlemiştir. Verim azalışı tam doza kıyasla yarım doz ve su uygulamasında 1. hasatta %20,4 ve 49,1; 2. hasatta %12,1 ve 67,3; 3. hasatta %34,7 ve 70,7 olmuştur. Bu azalış toplam verimde sırası ile %22,2 ve 60,4 olmuştur (Tablo 2). Yeşillikler için önemli olan ilk hasat ve toplam hasat değerinde yarım doz uygulamasının tam doz uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmüştür.

Besin solüsyonu konsantrasyonunun toplam verimi etkilediği, besin solüsyonu element içeriği azaldıkça verim değerlerinin azaldığı görülmüştür. Aralarında istatistiksel bir farklılık olmamakla beraber tam doz uygulamasında yetiştirilen bitkilerin verimi yarım doz uygulamasından %28,6 oranında yüksek olmuştur. Yüzen su kültüründe besin solüsyonu dozunun azaltılması şeklinde rokada yürütülen çalışmalar (Vernieri ve ark., 2005; Alberici ve ark., 2008; Duyar ve Kılıç, 2016), besin solüsyonu dozu azaldıkça azalan orana bağlı olarak verimde %20-50 arasında değişen oranlarda düşüşler olduğunu göstermiştir. Alberici ve ark. (2008) besin solüsyonu reçetesinde makro elementlerin oranını %50 ve %25 oranında azalttıklarında kontrol solüsyonuna (%100) ve türlere (ıspanak, roka, marul, kuzu marulu) göre değişen oranlarda verim azalmalarının olduğunu, denemeye alınan türler için %25'lik konsantrasyonun tavsiye edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Duyar ve Kılıç (2016), verimde önemli bir azalma meydana gelmeden konsantrasyonu azaltılmış besin solüsyonunda roka ve maydanoz yetiştirilebileceğini, böylece su ve gübre tasarrufu ile çevreye karşı negatif etkinin azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Yürütülen çalışmada da benzer durum gözlenmiş, toplam verim değerlerinin tam doz ve yarım doz arasında istatistiksel bir farklılık yaratmadığı, gübre tasarrufu ve sistem maliyetini azaltmak adına yarım dozun önerilebileceği belirtilmiştir.

Toplam verim değerleri uygulamalara göre değişmekle birlikte, yüzen su kültüründe yürütülen çalışmalardan elde edilen verim değerlerinin kullanılan çeşide, yetiştirme dönemindeki sıcaklıklara, birim alandaki (bitki/m<sup>2</sup>) bitki sayısına, hasat edilen bitki büyüklüğüne ve üretim periyodunda kaç defa hasat yapıldığına göre değiştiği

bildirilmiştir. Jakse ve ark. (2013) 12-14 cm boyda 3-4 yapraklı hasat ettikleri rokalarda verimi 1,53-2,51 kg/m<sup>2</sup> olarak; D'Anna ve ark. (2003), 23,1 cm boyda ve m<sup>2</sup>'de 474 bitki olan çalışmada roka verim değerini 3,3-3,8 kg/m<sup>2</sup> olarak; Alberici ve ark. (2008), 1150 bitki/m<sup>2</sup> bitki yoğunluğunda yetiştirdiği ve 12 cm boyda tek seferde hasat ettiği rokalarda verim değerini yetiştirilen zamana göre değişmekle birlikte 1190-1901 g/m<sup>2</sup> olarak belirlemişlerdir. Yürütülen bu çalışmada rokalarda 210<sup>7</sup>luk viyollerde (33 cm × 66,5 cm) m<sup>2</sup>'de 957 bitki olacak şekilde yetiştirilmiş ve her iki dönemde de 3 hasat yapılmıştır. Bitki boyu ortalaması 14,5 cm olduğunda hasatlar yapılmıştır. Bu bilgiler dahilinde elde ettiğimiz verim değerlerinin rokada yukarıda belirtilen önceki çalışmalara göre yüksek olduğu görülmüştür.

Suda yetiştirilen bitkilerin bitki gelişimi ve verim değerleri gübreli uygulamalara göre düşük olmuştur. Bu sonuç, taban suyu element içeriğinin ve pH'yı ayarlamak için ilave edilen nitrik asitten gelen azot miktarının optimum bitki gelişimi için yeterli olmadığını ortaya koymuştur (Öztekin ve ark., 2018).

Yapraklı sebzelerin yüzen su kültüründe yetiştirilmesi,

çevresel faktörlere göre değişmekle beraber 3-6 hafta erkencilik sağlamaktadır (Gonella ve ark., 2003, 2004). Roka için topraklı yetiştiricilikte tohum ekiminden sonraki hasat süresi ortalama 40-60 gün olarak verilmektedir (Günay, 2005; Eşiyok, 2012), D'Anna ve ark. (2003), yüzen su kültüründe yapılan yetiştiricilikte tohum ekiminden 7 gün sonra tüm bitkilerin çıktığı ve çok hızlı gelişme göstererek 4 haftada hasada geldikleri tespit edilmiştir. Yürütülen bu çalışmada, yüzen su kültürü ile tohum ekiminden ortalama 3 hafta sonra hasatlar gerçekleştirilmiş ve erkencilik sağlanmıştır.

#### Kalite Parametreleri

Roka yaprak rengi üzerine, besin elementi doz uygulamasının herhangi bir etkisi olmamıştır. Suda yetiştirilen bitkiler daha büyük a\* ve daha düşük b\* değeri ile besin elementi ilave edilen uygulamalara göre daha açık renkli yapraklara sahip olmuşlardır (Tablo 3).

Yaprak toplam klorofil değeri üzerine besin elementi dozunun etkisi önemsiz bulunurken, suda yetişen bitkilerden daha düşük klorofil içeriği elde edildiği görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3 Farklı besin solüsyonu doz uygulamasının yaprak renk değerlerine etkisi  
Table 3 Effect of different nutrient solution dose application on leaf color values

BED	Renk değerleri					C°	Toplam klorofil (mg/g)	Vitamin C (mg/100 g)	Nitrat (mg/kg)
	L	a*	b*	a*/b*	h°				
Tam Doz	42,68	-17,56	26,39	-0,67	123,65	31,70	1,28	27,24 <sup>b</sup>	3947,8 <sup>a</sup>
Yarım Doz	43,83	-17,77	26,77	-0,67	123,62	32,13	1,27	36,25 <sup>ab</sup>	3380,2 <sup>ab</sup>
Yok (Su)	43,98	-16,74	24,91	-0,67	123,91	30,01	1,17	49,19 <sup>a</sup>	2825,3 <sup>b</sup>
P	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	*	*

BED: Besin Elementi Dozu, L, siyah:0°dan beyaz:100°a olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu, parlaklığını; negatif a\* yeşili; pozitif b\* sarı; h° (Hue açısı) rengin temel bileşenlerini; C\* (kroma) rengin doygunluğunu ve canlılığını belirlemektedir, öd: önemli değil, \*: 0,01<P≤0,05

Yaprakların yeşil rengini belirleyen a değeri ile toplam klorofil değerleri paralellik göstermiş; a değeri düşük olan ve koyu renge sahip olan uygulamalarda toplam klorofil içeriği yüksek bulunmuştur. Yürütülen bu çalışmada, rokanın toplam klorofil (klorofil a+b) miktarı 1,17-1,28 mg/g arasında değişim göstermiştir. Elde edilen bu değerler, önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur (Cocetta ve ark., 2007; Franco ve ark., 2011). Elde edilen sonuçlar ile paralel şekilde Cocetta ve ark. (2007) ıspanakta, Alberici ve ark. (2008) ıspanak ve rokada yürüttükleri çalışmalarında besin solüsyonu doz konsantrasyonunun yaprak toplam klorofil içeriğinin etkilemediğini belirtmişlerdir.

Doz uygulaması yaprak vitamin C içeriğini etkilemiş, besin solüsyonu element konsantrasyonu azaldıkça vitamin C içeriği artmıştır (Duyar ve Kılıç, 2016). Su uygulamasında yetişen bitkiler en yüksek vitamin C içeriğine sahip olurken, su uygulamasını yarım doz ve tam doz uygulamaları takip etmiştir. Tam doz uygulamasında yaprak vitamin C içeriği su uygulamasına göre %44,6, yarım doz uygulamasına göre %26,3 azalış göstermiştir (Tablo 3). Suda yetiştirilen bitkilerde vitamin C içeriğinin daha yüksek olması bitkilerin besin stresine girmeleri ve stres koşullarında vitamin C içeriklerini arttırması ile açıklanabilmektedir (Munzuroğlu ve ark., 2000). Zhang ve ark. (2016) bu durumu N eksikliği altında askorbik ait biyosentezinde ve döngüsünde görevli enzimlerden miyoinositol oksijenaz enzimlerin aktivitesi artmasına; askorbat oksidaz ve glutation reduktaz enzim aktivitesinin

ise azalmasına bağlamaktadır. Böylece N konsantrasyonu azaldığı koşulda askorbik asit birikimini olmaktadır.

Yaprakları tüketilen sebzelerin çoğunun (örneğin roka, ıspanak) iyi bir vitamin C kaynağı olduğu (Conklin, 2004) ve insan beslenmesinde oldukça önemli rolü olan vitamin C'nin (askorbik asit) bu sebzelerde 3 ile 110 mg/100 g taze ağırlık arasında değiştiği bildirilmiştir (McCance ve Widdowson, 1991). Yürütülen bu çalışmada belirlenen vitamin C değerleri 27,2 ile 49,2 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Yapılan çalışmalarda bitkilerin vitamin C içeriğinin üretim zamanı ve yetiştirme koşullarına göre değiştiği (Eşiyok ve ark., 2006); farklı çalışmalardan farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Rokanın vitamin C içeriğini Duyar ve Kılıç (2016) 0,08-0,18 mg/g, Branca (1994) 110 mg/100 g, Eşiyok ve ark. (2006) 40,53-70,98 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bu verilere göre elde ettiğimiz vitamin C içerikleri, önceki çalışmalarda verilen sınır değerleri içinde kalmıştır.

Yaprakları tüketilen sebzelerin kalitesi denildiğinde duysal özellikler (yaprak rengi, tazeliği, albenisi vs.) yanında nitrat gibi içsel özelliklerde önem arz etmektedir. Yürütülen çalışmada, roka yapraklarında nitrat içeriği üzerine besin elementi dozu etkisi önemli bulunmuş; doz azaldıkça yaprak nitrat içeriği azalmıştır. Tam ve yarım doz uygulamaları aynı önem grubunda yer almış; en yüksek yaprak nitrat içeriği tam doz uygulamasından elde edilirken, en düşük içerik suda yetişen bitkilerin yapraklarından elde edilmiştir. Tam doz uygulaması yaprak nitrat içeriğini yarım doz ve su uygulamasına göre

%16,8 ve 39,7 oranında arttırmıştır (Tablo 3). Elde ettiğimiz bu sonuçlar, su kültüründe besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça yaprak nitrat içeriğinin arttığını gösteren (Cocetta ve ark., 2007; Alberici ve ark., 2008; Fallovo ve ark., 2009; Duyar ve Kılıç, 2016, Öztekin ve ark., 2018) önceki çalışmalar ile paralellik göstermiştir. Bu durum bitkinin nitrat taşıyıcı membran proteinleri aracılığı ile nitrat alımını arttırması ile açıklanabilmektedir (Okamoto ve ark., 2006; Tsay ve ark., 2006; Antonacci ve ark., 2007; Alberici ve ark., 2008). Cocetta ve ark. (2007) Hoagland besin solüsyonunun %50, %25 ve %10 konsantrasyonlarını denedikleri çalışmalarında doz oranı arttıkça verimin arttığını, %25'lik konsantrasyon farklı istatistiksel grupta bulunan %10'luk ve %50'lik konsantrasyon ile aynı istatistiksel grupta yer aldığını; %25'lik konsantrasyonun minyatür yapraklı ıspanak yetiştiriciliğinde verimde azaltma meydana getirmediği ve yaprak nitrat içeriğini de arttırmadığı için uygun olabileceğini belirtmişlerdir. Benzer durum yürütülen çalışmadan da elde edilmiş; yarım doz uygulaması tam doza kıyasla verimde istatistiksel önemde bir farklılık meydana getirmediği gibi nitrat içeriğini önemli ölçüde azaltmıştır.

Yaprakları yenilen sebzelerde nitrat içeriği önemli bir konu olup, çoğu zaman sağlık açısından tehlike yaratmaktadır. Beslenme yolu ile alınan nitrat nitrite dönüşerek toksik etkide bulunmakta, bu durum methaemoglobinaemia hastalığı ve kansere kadar gidebilmektedir (Tannenbaum ve Correa, 1985; Kara, 1993; Özdekan ve Üren, 2010). Bu nedenle son zamanlarda sebzelerin nitrat içeriğini azaltabilecek çalışmalar üzerinde durulmaktadır. Bu bağlamda üretim şekli önem taşımakta, topraksız tarım sistemlerinde (özellikle su kültüründeki yetiştiriciliklerde) uygulanan besin elementlerinin kontrolü mümkün olabildiği için yaprak nitrat içeriklerini azaltacak modifikasyonlar yapılabilmektedir. Araştırmacılar su kültüründe besin solüsyonu makro element miktarlarını azaltılarak (Cocetta ve ark., 2007), besin solüsyonunu seyrelterek (Vernieri ve ark., 2005), hasat öncesi birkaç gün bitkileri suda bekleterek (Gonnella ve ark., 2004; Jakse ve ark., 2013), besin solüsyonunu havalandırarak (Lenzi ve ark., 2011), NO<sub>3</sub>-N'ünü geri çekerek veya Cl, SO<sub>4</sub> veya NH<sub>4</sub> ile değiştirerek (Van Der Boon ve ark., 1990), amonyum azotunun Ca, SO<sub>4</sub> ve HPO<sub>4</sub> ile kombine edilerek kullanılmasının (D'Anna ve ark., 2003) yeşilliklerin nitrat

içeriğini azaltılabileceğini tespit etmişlerdir.

Su kültüründe roka yapraklarında yapılan çalışmalarda Magnani ve ark. (2008) çeşide ve yetiştirme dönemine bağlı olarak nitrat içeriğinin 903,4-2123,7 mg/kg olabileceğini; Alberici ve ark. (2008) 2500-3000 mg/g arasında olabileceğini, Vernieri ve ark. (2005) bu değer 4800 mg/kg olabileceğini, D'Anna ve ark. (2003) 4498-5029 mg/kg, Jakse ve ark. (2013) ise 4288-6764 mg/kg arasında değişebildiğini belirtmişlerdir. Roka kısa sürede yetiştirilen bir tür olmasına rağmen, 10000 mg/kg'a kadar yapraklarında nitrat biriktirebilmektedir (Santamaria ve ark., 2001). Çalışmada doz uygulamasına göre değişimle birlikte, yapraklarının nitrat içeriği rokada 2825,3-3947,8 mg/kg arasında değişmiş ve literatürde belirtilen sınırlar içerisinde kalmıştır. Bu sonuç yaprakları tüketilen sebzelerde yaprak nitrat içeriğinin topraklı yetiştiriciliğe göre yüzen su kültüründe daha düşük olduğunu gösteren çalışmaları (Jakse ve ark., 2013) da doğrulamaktadır. Nitekim Ferrante ve ark. (2003) topraklı roka yetiştiriciliğinde nitrat içeriğinin 7000-9000 mg/kg arasında olduğunu, Jakse ve ark. (2013), ise bu değer su kültüründe 4200-6700 mg/kg'a kadar düşebildiğini; nitrat miktarını azaltmak için uygulanacak hasat öncesi suda bekletme stratejisi (Gonnella ve ark., 2004) ile bu değer 52 ile 634 mg/kg'a kadar düşürülebileceğini belirtmişlerdir.

Suda yetiştirilen bitkilerin nitrat içeriği rokada 2825,3 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde suyun N içeriği %0,07 gibi oldukça düşük miktarda olmasına rağmen, suda yetiştirilen bitkilerin yapraklarında saptanan nitrat içeriğinin kullanılan torftan (%0,92 N, Tuzel ve Öztekin, 2017) ve pH'yı dengelemek için verilen nitrik asitten geldiği düşünülmektedir.

#### Yaprak Besin Element İçeriği

Besin elementi dozunun yaprak N, P, K, Ca ve Fe element içeriği üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. N elementinde en yüksek değer tam doz uygulamasından elde edilirken bu sırayı yarım doz ve su uygulaması izlemiştir. P, K ve Fe elementlerinde tam doz ve yarım doz uygulaması en yüksek değere ulaşırken, birbirleri arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Ca içeriği su uygulamasında yetişen bitkilerde en yüksek bulunmuş, tam doz ve yarım doz uygulaması aynı önem düzeyinde su uygulamasından sonra yer almıştır (Tablo 4).

Tablo 4 Farklı besin solüsyonu doz uygulamasının yaprak besin maddesi içeriğine etkisi

Table 4 Effect of different nutrient solution dose application on leaf nutrient content

BED	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)
Tam Doz	5,29 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	5,38 <sup>a</sup>	1,82 <sup>b</sup>	0,54	89,65 <sup>a</sup>
Yarım Doz	4,84 <sup>b</sup>	0,68 <sup>a</sup>	4,77 <sup>a</sup>	1,81 <sup>b</sup>	0,50	81,05 <sup>a</sup>
Yok (Su)	4,41 <sup>c</sup>	0,20 <sup>b</sup>	1,22 <sup>b</sup>	2,59 <sup>a</sup>	0,47	46,40 <sup>b</sup>
P	**	**	**	**	öd	**

BED: Besin Elementi Dozu, öd: önemli değil, \*\*: P≤0.01

Yaprak besin element içeriği bitki tür ve çeşidi, yetiştirme dönemi, üretim sistemi, kullanılan gübre, bitki dokusu ve örnek alma zamanına göre farklılık gösterebilmektedir (Kacar ve Inal, 2008). Eşiyok ve ark. (2006), roka yapraklarında N içeriğinin %2,92-3,99, P içeriğinin %0,31-0,41, K içeriğinin %2,77-3,35, Ca

içeriğinin %1,12-1,63, Mg içeriğinin %0,19-0,39 ve Fe içeriğinin 95,5-121,6 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Barlas ve ark. (2011), yaptıkları bir çalışmada roka yapraklarının ortalama element içeriğini N %2,94-5,23 (ort. %4,32), P %0,12-0,27 (ort. %0,25), K %3,99-5,98 (ort. %5,13), Ca %2,20-3,55 (ort. %2,95), Mg

%0,33-0,79 (ort. %0,58) ve Fe 183,3-776,9 mg/kg (ort. 350 mg/kg) olarak saptamışlardır. Elde ettiğimiz sonuçlar önceki çalışmalar ile kıyaslandığında Ca, Mg ve Fe hariç, diğer element içeriklerinin verilen sınır değerlerden biraz yüksek olduğu görülmüştür. Su kültüründe yetiştirilen türlerde, yüksek besin element içeriklerinin, tam açılmış genç yaprakların yüksek besin varlığı altında elementler alınımında güçlü bir çekime (sink) sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Gonnella ve ark., 2004).

## Sonuç

Araştırmadan elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, insan beslenmesinde riskleri olan nitrat içeriğini azaltması yanında tam doz uygulaması ile kıyaslandığında verimde önemli farklılıklar oluşturmaması nedeni ile makro elementleri %50 oranında azaltılmış yarım doz uygulamasının (mg/L: N 75, P 25, K 75, Ca 75, Mg 25, Fe 5,0, Mn 0,50, Zn 0,05, B 0,50, Cu 0,03, Mo 0,02) rokada başarılı bir şekilde kullanılabilmesi, böylece gübre tasarrufu da sağlayacağı ve sistem maliyetinin azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Yüzen su kültürünün kolay, basit ve sürdürülebilir olması yanında uygun stratejiler ile insan sağlığına ve çevreye duyarlı bir yetiştiricilik olması, temiz ve kaliteli ürün elde edilmesine olanak vermesi gibi nedenlerle yaprakları tüketilen sebzelerin yetiştiriciliğinde kullanılması önerilmektedir. Ancak farklı yeşilliklerin (tere, dereotu, maydanoz, nane, fesleğen vs.) üretilmesine, türe özgü viyol şekli ve göz hacmi ile bitki yoğunluğunun belirlenmesine, ekonomik olabilecek alternatif substratların da yetiştirme ortamı olarak kullanılmasına ve kaliteyi iyileştirmeye yönelik çalışmalara devam edilmelidir.

## Teşekkür

Çalışmaya 2017-ZRF-001 numaralı proje ile sağladığı destekten dolayı Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Alberici A, Quattrini E, Penati M, Martinetti L, Gallina PM, Ferrante A, Schiavi M. 2008. Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system. *Acta Hort*, 801: 1167-1175.

Antonacci S, Maggiore T, Ferrante A. 2007. Nitrate metabolism in plants under hypoxic and anoxic conditions. *Plant Stress*, 1: 136-141.

Arnon DI. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol*, 24(1): 1-15.

Barlas NT, Irget ME, Tepecik M. 2011. Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). *African J Biotech*, 10(64): 14080-14082.

Bilalis D, Kanatas P, Patsiali S, Konstantas A, Akoumianakis K. 2010. Comparison between conventional and organic floating systems for lettuce and tomato (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*) seedling production. *J Food Agric Envir*, 7(2): 623-628.

Branca F. 1994. Rocket Genetic Resources Network. In: Padulosi S. (ed.). Work conducted by the instituto di Orticultura of the University of Catania, Sicily., 13-15 November 1994, Lisbon, Portugal, 7 p.

Carrasco G, Martinez AC, Marquez O, Osorio D. 2003. Vegetable seedlings grown in a float system. *Acta Hort*, 614: 241-245.

Carrasco G, Gajardo JM, Álvaro JA, Urrestarazu M. 2011. Rocket production (*Eruca sativa* mill.) in a floating system using peracetic acid as oxygen source compared with substrate culture. *J Plant Nutr*, 34: 1397-1401.

Cataldo DA, Haaron M, Schrader LF, Youngs VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant-tissue by nitration of salicylic-acid. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 6: 71-80.

Cocetta G, Quattrini E, Schiavi M, Martinetti L, Spinardi A, Ferrante A. 2007. Nitrate and sucrose content in fresh-cut leaves of spinach plants grown in floating system. *Agric Med*, 137: 79-85.

Conklin PL. 2004. Ascorbic Acid: An essential micronutrient provided by plants. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Merce Dekker.

D'Anna F, Miceli A, Vetrano F. 2003. First results of floating system cultivation of *Eruca sativa* L. *Acta Hort*, 609: 361-364.

Duyar H, Kılıç CC. 2016. A research on production of rocket and parsley in floating system. *J Agric Sci*, 8(7): 54-60.

Eşiyok D, Ongun AR, Bozokalfa MK, Tepecik M, Okur B, Kaygısız T. 2006. Organik roka yetiştiriciliği. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş-Türkiye, 19-22 Eylül 2006, s. 85-89.

Eşiyok D. 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 404 s.

Falovo C, Roupael Y, Rea E, Battistelli A, Colla G. 2009. Nutrient solution concentration and growing season effect yield and quality of *Lactuca sativa* var. *acephala* in floating raft culture. *J Sci Food and Agric*, 89: 1682-1689.

Fernández JA, Navarro A, Vicente MJ, Peñapareja D, Plana V. 2008. Effect of seed germination methods on seedling emergence and earliness of purslane (*Portulaca oleracea* L.) cultivars in a hydroponic floating system. *Acta Hort*, 782: 207-212.

Ferrante A, Incrocci L, Maggini R, Tognoni F, Serra G. 2003. Preharvest and postharvest strategies for reducing nitrate content in rocket (*Eruca sativa*). *Acta Hort*, 628: 153-159.

Fontana E, Tibaldi G, Nicola S. 2010. Effect of the nutrient solution and shelf-life conditions on the essential oil profile of minimally processed dill (*Anethum graveolens* L.) grown in a soilless culture system. *Acta Hort*, 877: 135-142.

Franco JA, Cros V, Vicente MJ, Martinez-Sanchez JJ. 2011. Effects of salinity on the germination, growth, and nitrate contents of purslane (*Portulaca oleracea* L.) cultivated under different climatic conditions. *J Hort Sci Biotech*, 86(1): 1-6.

Gonnella M, Serio F, Conversa G, Santamaria P. 2003. Yield and quality of lettuce grown in floating system using different sowing density and plant spatial arrangements. *Acta Hort*, 614: 687-692.

Gonnella M, Serio F, Conversa G, Santamaria P. 2004. Production and nitrate content in Lamb's lettuce grown in floating system. *Acta Hort*, 644: 61-68.

Gül A. 2008. Topraksız Tarım. İstanbul: Hasad Yayıncılık, ISBN:978-975-8377-66-4, 144 s.

Günay A. 2005. Sebze Yetiştiriciliği Cilt 1. İzmir: Meta Basımevi, 502 s.

Jakse M, Hacim J, Marsic KN. 2013. Production of rocket (*Eruca sativa* Mill.) on plug trays and on a floating system in relation to reduced nitrate content. *Acta Agric Slovenica*, 101 (1): 59-68.

Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Ankara, Turkey Nobel Akademik Yayıncılık, 892 p.

Kara E. 1993. Sebze nitrat birikimi. *Ecology*, 7: 10-13.

Lenzi A, Baldi A, Tesi R. 2011. Growing spinach in a floating system with different volumes of aerated or nonaerated nutrient solution. *Adv Hort Sci*, 25(1): 21-25.

- Magnani G, Filippi F, Borghesi E. 2008. Impact of sunlight spectrum modification on yield and quality of ready-to-use lettuce and rocket salad grown on floating system. *Acta Hort*, 801: 163-169.
- McCance R, Widdowson E. 1991. *The Composition of Foods*. 5<sup>th</sup> Ed., London: Royal Society of Chemistry (Great Britain) and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- McGuire RG. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortSci*, 27(12): 1254-1255.
- Morgan L. 1999. *Hydroponic Lettuce Production*. Narrabeen, NSW, Australia: Casper Productions.
- Munzuroğlu Ö, Karataş F, Gür N. 2000. Işğın (*Rheum ribes* L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Turkish J Biol*, 24: 397-404.
- Nicola S, Hoeberechts J, Fontana E. 2005. Comparison between traditional and soilless culture systems to produce rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content. *Acta Hort*, 697: 549-555.
- Okamoto M, Kumar A, Li W, Wang Y, Siddiqi MY, Crawford NM, Glass DMA. 2006. High-affinity nitrate transport in roots of arabidopsis depends on expression of the NAR2-Like gene *Atnrt3.1*. *Plant Physiol*, 140: 1036-1046.
- Özdehan Ö, Üren A. 2010. Gıdalarda nitrat ve nitrit. *Akademik Gıda*, 8(6): 35-43.
- Öztekin GB, Uludağ T, Tüzel Y. 2018. Growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a floating system with different concentrations of nutrient solution. *Appl Ecol Env Res*, 16(3): 3333-3350.
- Pearson D. 1970. *The Chemical Analysis of Foods*. 6<sup>th</sup> Ed., New York, USA: Chemical Publishing Co Inc.
- Rakocy JE, Hargreaves JA, Bailey DS. 1993. Nutrient accumulation in a recirculating aquaculture system integrated with hydroponic vegetable production. *American Soc Agr Eng*, 148-158.
- Resh HM. 1998. *Hydroponic Food Production*. 5<sup>th</sup> Ed., Santa Barbara, CA: Woodbridge Press Publishing Company.
- Rodríguez-Hidalgo S, Artés-Hernández F, Gómez PA, Fernández JA, Artés F. 2010. Quality of fresh-cut baby spinach grown under a floating trays system as affected by nitrogen fertilisation and innovative packaging treatments. *J Sci Food Agric*, 90: 1089-1097.
- Santamaria P, Gonnella M, Elia A, Parente A, Serio F. 2001. Ways of reducing rocket salad nitrate content. *Acta Hort*, 548: 529-536.
- Taiz L, Zeiger E. 2008. *Bitki Fizyolojisi*. Ankara, Turkey: Palme Press, 690 p.
- Tannenbaum SR, Correa P. 1985. Nitrate and gastric cancer risks. *Nature*, 317: 675-676.
- Tomasi N, Roberto P, Luisa DC, Cortella G, Terzano R, Mimmo T, Scampicchio M, Cesco S. 2015. New 'solutions' for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review. *Trends Food Sci Tech*, 46: 267-276.
- Tsay YF, Chiu CC, Tsai CB, Ho CH, Hsu PK. 2006. Nitrate transporters and peptide transporters. *FEBS Letters*, 581: 2290-2300.
- Tüzel Y, Öztekin GB. 2017. Organic seedling production. *Acta Hort*, 1170: 1141-1148.
- Van Der Boon J, Steenhuizen JW, Steingrover EG. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. *J Hortic Sci*, 65: 309-321.
- Vernieri P, Borghesi E, Ferrante A, Magnani G. 2005. Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *J Food Agric Env*, 3(3-4): 86-88.
- Zhang X, Yu HJ, Zhang XM, Yang XY, Zhao WC, Li Q, Jiang WJ. 2016. Effect of nitrogen deficiency on ascorbic acid biosynthesis and recycling pathway in cucumber seedlings. *Plant Physiol Biochem*, 108: 222-230.