

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**YAPRAKLARI TÜKETİLEN BAZI SEBZELERİN
YÜZEN SU KÜLTÜRÜNDE ÜRETİM OLANAKLARI**

Zir. Müh. Tuğba ULUDAĞ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 21.09.2017

Bornova-İZMİR

2017

Zir. Müh. Tuğba ULUDAĞ tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Yaprakları Tüketilen Bazı Sebzelerin Yüzen Su Kültüründe Üretim Olanakları” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 21.09.2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

: Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN



Raportör Üye

: Prof. Dr. Ayşe GÜL



Üye

: Doç. Dr. Murat DEVECİ



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yaprakları Tüketilen Bazı Sebzelerin Yüzen Su Kültüründe Üretim Olanakları” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, döküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

21/09/2017

Zir. Müh. Tuğba ULUDAĞ

ÖZET**YAPRAKLARI TÜKETİLEN BAZI SEBZELERİN YÜZEN SU
KÜLTÜRÜNDE ÜRETİM OLANAKLARI**

ULUDAĞ, Tuğba

Yüksek Lisans Tezi

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN

Eylül 2017, 106 Sayfa

2016-2017 yılları arasında kış-erken ilkbahar dönemlerinde serada yürütülen bu çalışmada, yaprakları tüketilen bazı sebzelerin (roka, ıspanak, kuzukulağı ve semizotu) yüzen su kültürü sisteminde üretim olanaklarının, marul için kullanılan kışlık besin solüsyonu reçetesinin bu yeşilliklerin üretimine uygunluğunun ve farklı besin solüsyonu konsantrasyonlarının etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Yetiştiricilik teknelerinde, havalandırılmalı besin solüsyonu içinde, köpük viyoller üzerinde yapılmış; 210'luk viyollere her göze (17 cc) 1 tohum gelecek şekilde (957 bitki/m²) tohum ekimi 1. dönem 24.11.2016, 2. dönem 21.02.2017 tarihinde ithal torf ortamına yapılmıştır. Tohumlar çimlendirme odasında (karanlık, 18-20°C, %80 nem, 3-5 gün) çimlendirildikten sonra viyoller adaptasyon serasına alınmış, çıkışlar tamamlandıktan sonra fideler 1. dönem 07.12.2016, 2. dönem 10.03.2017 tarihinde yüzen su kültürüne aktarılmıştır. Bitkilerin beslenmesinde “tam doz” (komple element içerikli, 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), ve “yarım doz” (makro elementleri %50 azaltılmış) besin solüsyonu ile “su” uygulaması kullanılmış; teknelerdeki miktarı azaldıkça tamamlama yapılmış, EC ve pH değerleri kaydedilmiştir. Tür bazında her konu için 2 viyol kullanılmış olup değerlendirmeler 4 tekrar üzerinden (n:105) yapılmıştır. Minyatür yapraklı olarak yetiştirilen bitkiler her iki dönemde de 10-17 cm boyda iken birer hafta ara ile 3 kez hasat edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, bitki gelişim, verim, kalite ve su tüketimlerinin besin solüsyonu konsantrasyonu yanında yetiştirme dönemindeki sıcaklıklara bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Özellikle sıcaklıkların daha yüksek olduğu 2. dönemde tohum ekiminden 4 hafta sonra hasatlar gerçekleştirilmiş, verim artışı ve erkencilik sağlanmıştır. Besin solüsyonu

konsantrasyonu azaldıkça verim değerlerinin dört türde de azaldığı; ölçülen birçok parametrede tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Besin solüsyonu konsantrasyonu azaldıkça vitamin C içeriği artmış, nitrat içeriği azalmıştır. Yaprak N, P, K ve Fe element içeriği besin solüsyonu konsantrasyonu azaldıkça azalmış; Ca ve Mg ise artış göstermiştir. Bitki su tüketimleri 2. dönemde ve doz uygulanan konularda fazla olmuştur. Besin solüsyonu pH değerleri tüm türlerde besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça azalmış, EC değeri ise artmıştır. Araştırmadan elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde; roka, ıspanak, kuzukulağı ve semizotu türlerinin yüzen su kültüründe minyatür yapraklı olarak yetiştirilebileceği ve uygulanan besin solüsyonu reçetesinin yetiştiricilik için elverişli olduğu, nitrat içeriğini azaltması yanında verimde ve su tüketiminde tam doz uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer alması nedeni ile yarım doz uygulamasının tercih edilebileceğini, ve yüksek verim ve kalite eldesi için yeşilliklerin üretimin sera koşullarında erken ilkbahar döneminde yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: topraksız tarım, roka, ıspanak, semizotu, kuzukulağı, doz, verim, nitrat.

ABSTRACT
PRODUCTION POSSIBILITIES OF SOME LEAFY VEGETABLES
IN FLOATING SYSTEM

ULUDAG, Tugba

M.Sc. in Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Golgen Bahar OZTEKIN

September 2017, 106 Pages

In this study conducted in a greenhouse during the winter-early spring 2016-2017, it was aimed to determine the production possibilities of some leafy vegetables (rocket, spinach, garden sorrel and purslane) in the floating water culture system, the suitability of the winter nutrient solution receipt used for lettuce to the production of these greens and the effects of different nutrient solution concentrations in the process. Cultivation was carried out in trays, in aerated nutrient solutions on strofoam multipot and seeds were sowing into peat on 24.11.2016 and 21.02.2017 for 1st and 2nd production period, respectively. Each seed is inserted to each hole (17 cc) in strofoam multipot with 210 cells (957 plant m⁻²). Following germination in the germination chamber (dark, 12-18°C, 80% RH, 3-5 days), the seed multipots were moved to climate controlled greenhouse for adaptation. After emergence, the seedlings were transferred to water culture on 07.12.2016 for 1st period and on 10.03.2017 for 2nd period. Plant nutrition was applied as "full dose" (with complex element content, mg L⁻¹: 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" (with macro elements reduced by 50%) nutrient solution and "water" (without nutrients) and as they were reduced in trays, they were replenishment, EC and pH values were recorded. On the type basis, two multipots were used for each subject and the evaluations were made over 4 repetitions (n:105). The vegetables grown as baby leaves were harvested when they were 10-17 cm in length, and the vegetables were harvested 3 times at one week intervals in both periods. Findings of the study showed that plant growth, yield, quality, and water consumption vary depending on the concentration of nutrient solution as

well as the temperature during the growing season. Especially in the 2nd period when the temperatures were higher, harvests were made 4 weeks after sowing, and yield increase and earliness were achieved. It was observed that as the concentration of nutrient solution decreased, yield values decreased in all types, and there was no statistical difference between full dose and half dose applications in many measured parameters. As the nutrient solution concentration decreased, vitamin C content increased and nitrate content decreased. Leaf N, P, K and Fe element contents decreased as the nutrient solution concentration decreased, whereas those of Ca and Mg increased. Plant water consumption was higher in the 2nd period and in dose-applied subjects. The pH value of the nutrient solution decreased with increasing nutrient solution concentration in all species, while the EC value increased. When all the data obtained from the study are evaluated together; it is suggested that rocket, spinach, garden sorrel and purslane species can be grown as a baby leaf in a floating water culture with used nutrient solution receipt and that in addition to reducing nitrate content, half-dose application may be preferred in terms of yield and water consumption due to being in the same statistical group with full-dose application, and that greens production should be done during early spring season in greenhouse conditions for high yield and quality.

Key words: soilless culture, rocket, spinach, purslane, garden sorrel, dose, yield, nitrate.

TEŞEKKÜR

Araştırma ve çalışma süresi boyunca maddi ve manevi yönden desteğini esirgemeyen, bilimsel yönden görüş, öneri ve katkılarından yararlandığım değerli hocam Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN'e,

Tez konumu belirleyen, bana her konuda yol gösteren, kıymetli fikir ve görüşlerini paylaşmaktan çekinmeyen değerli hocam Prof. Dr. Yüksel TÜZEL'e,

Yüksek lisans süresi boyunca her anlamda değerli fikir ve görüşlerinden yararlandığım, her daim desteğini hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Ayşe GÜL'e,

Sulama ve iklim verileri hakkında engin bilgilerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen değerli hocam Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL'e,

Tez çalışmamın çeşitli aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, deneme süresi boyunca serada ve laboratuvarında bana yardımcı olan, emeği geçen ve birlikte çalıştığım Zir. Müh. Erkal ERTEM'e, Zir. Müh. Erkan ŞAHİN'e, Zir. Müh. Neslişah ÜNAL'a, Zir. Müh. Şeyda SEVİNÇ'e ve Zir. Müh. Umut SUZAN'a, Zir. Yük. Müh. Omar SALEY'e, Zir. Yük. Müh. Eray ŞEN'e,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, gösterdikleri ilgi, anlayış, sabır ve sağladıkları maddi ve manevi destekten dolayı aileme,

Lisans ve yüksek lisans sürecimde vermiş olduğu manevi destekten, göstermiş olduğu sevgi ve saygıdan, her daim arkamda ve yanımda olduğunu hissettiren nişanlım Murat Akın BALADIN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Zir. Müh. Tuğba ULUDAĞ



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1 Materyal	21
3.1.1 Sera	21
3.1.2 Bitkisel materyal	21
3.1.3 Yetiştirme ortamı	23
3.1.4 Bitki yetiştirme tekneleri	24
3.1.5 Kullanılan besin solüsyonu	25
3.2 Yöntem	27
3.2.1 Yapılan ölçüm ve analizler	30
3.2.1.1 Sera içi iklim verileri	30
3.2.1.2 Besin solüsyonu sıcaklığı	30
3.2.1.3 Bitki gelişimi ile ilgili ölçümler	30

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.1.4 Verim ile ilgili ölçümler.....	33
3.2.1.5 Kalite analizleri	33
3.2.1.6 Element analizleri	35
3.2.1.7 Bitki su tüketimi.....	36
3.2.1.8 Besin solüsyonu EC ve pH değeri ölçümleri	36
3.2.1.9 İstatistiksel değerlendirme	37
4. BULGULAR.....	38
4.1 Sera İçi İklim Verileri	38
4.2 Besin Solüsyonu Sıcaklığı	40
4.3 Roka Yetiştiriciliğine Ait Bulgular	41
4.3.1 Bitki gelişim ve biyomas değerleri	41
4.3.2 Verim değerleri	43
4.3.3 Kalite parametreleri.....	44
4.3.4 Yaprak besin element içeriği.....	46
4.3.5 Bitki su tüketimi.....	48
4.3.6 Besin solüsyonu EC ve pH değerleri	49
4.4 Ispanak Denemesine Ait Bulgular	51
4.4.1 Bitki gelişim ve biyomas değerleri	51
4.4.2 Verim değerleri	53
4.4.3 Kalite parametreleri.....	54
4.4.4 Yaprak besin element içeriği.....	56
4.4.5 Bitki su tüketimi.....	57

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.4.6 Besin solüsyonu EC ve pH değerleri	58
4.5 Kuzukulağı Denemesine Ait Bulgular	60
4.5.1 Bitki gelişim ve biyomas değerleri	60
4.5.2 Verim değerleri	63
4.5.3 Kalite parametreleri	64
4.5.4 Yaprak besin element içeriği	66
4.5.5 Bitki su tüketimi	67
4.5.6 Besin solüsyonu EC ve pH değerleri	70
4.6 Semizotu Denemesine Ait Bulgular	70
4.6.1 Bitki gelişim ve biyomas değerleri	70
4.6.2 Verim değerleri	72
4.6.3 Kalite parametreleri	73
4.6.4 Yaprak besin element içeriği	75
4.6.5 Bitki su tüketimi	76
4.6.6 Besin solüsyonu EC ve pH değerleri	77
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	80
KAYNAKLAR DİZİNİ	94
ÖZGEÇMİŞ	106



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.Yüzen su kültürü (floating).....	3
3.1. Araştırmanın yürütüldüğü seranın genel görünümü	21
3.2 Denemede kullanılan tohumlar.....	22
3.3. Denemeden kullanılan türlere ait görüntüler	23
3.4. Araştırmada kullanılan fide yetiştirme ortamı ve hazırlanışı.	24
3.5. Araştırmada kullanılan bitki yetiştirme tekneleri.	24
3.6. Sistemin kurulumu ve kullanılan ekipmanlar	25
3.7. Stok ve seyreltik besin çözeltileri.	26
3.8. Besin solüsyonu doldurulmuş yetiştirme teknelerinin ve havalandırma sisteminin genel görünüşü	27
3.9. Tohum ekimi işlemleri ve çimlendirme odasına konulan viyoller	28
3.10. Fidelerin adaptasyon serasında görünümü.....	28
3.11. Bitkilerin su kültürüne aktarıldığı ve gelişim anındaki görüntüsü.	29
3.12. Meteorolojik verileri algılayıcı ve kaydediciler	30
3.13. Roka bitkisinde mikrometre ile yaprak kalınlık ölçümü	31
3.14. Roka bitkisinde gövde kalınlığı ölçümü.	31
3.15. Kuzukulağı bitkisinde gövde uzunluğu ölçümü.	32
3.16. Roka bitkisinde kök uzunluğu ölçümü	32
3.17. Yaş ve kuru ağırlıkları hesaplamaları için etüvde kurutulan roka bitkisi	32
3.18. Hasat anından görüntüler	33
3.19. Minolta CR-300 renk ölçere ait L, a* ve b* diyagramları.....	34

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.20. Yapraklarda renk okuma.....	34
3.21. Kuzukulağı bitkisinde klorofil metre ile yaprak klorofil içeriğinin belirlenmesi	34
3.22. Yaprak element analizi için analize hazırlanan örnekler	36
3.23. EC ve pH ölçümü ve kullanılan metreler	37
4.1. Sera içi sıcaklık değerleri (1.dönem)	38
4.2. Sera içi sıcaklık değerleri (2.dönem).	39
4.3. Sera içi oransal nem değerleri (1.dönem).	39
4.4. Sera içi oransal nem değerleri (2.dönem).	39
4.5. Sera içi solar radyasyon değerleri (1.dönem).....	40
4.6. Sera içi solar radyasyon değerleri (2.dönem).....	40
4.7. Rokada besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1.dönem).	49
4.8. Rokada besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (2.dönem).	50
4.9. Rokada besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (1.dönem)	50
4.10. Rokada besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (2.dönem)	50
4.11. Ispanakta besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1.dönem)	59
4.12. Ispanakta besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (2.dönem)	59
4.13. Ispanakta besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (1.dönem)	60
4.14. Ispanakta besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (2.dönem)	60
4.15. Kuzukulağında besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1.dönem).....	69
4.16. Kuzukulağında besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (2.dönem).....	69
4.17. Kuzukulağında besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (1.dönem).....	70
4.18. Kuzukulağında besin solüsyonu PH değerinin haftalık değişimi (2.dönem).....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.19. Semizotunda besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1.dönem)	78
4.20. Semizotunda besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (2.dönem)	78
4.21. Semizotunda besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (1.dönem)	79
4.22. Semizotunda besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (2.dönem)	79





ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Besin solüsyonu reçeteleri ve kullanılan kimyasal kaynaklar	26
3.2. Kullanılan sulama suyunun element içeriği, EC ve pH değeri.....	26
3.3. Denemeye ait üretim takvimi	29
4.1. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimi değerlerine etkisi.	41
4.2. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki biyoması üzerine etkisi.....	42
4.3. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan verim değerleri ile toplam verim değeri üzerine etkisi.....	44
4.4. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi.	45
4.5. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi.....	46
4.6. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi.	47
4.7. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi.	48
4.8. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi.....	51
4.9. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi.	52
4.10. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan verim değerleri ile toplam verim değerine etkisi.	53
4.11. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi.	55
4.12. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi.....	55
4.13. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi.	56

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi.	58
4.15. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi.	61
4.16. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi	62
4.17. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan değerler ve toplam verim değerleri.	63
4.18. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi.	64
4.19. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi.	66
4.20. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi.	67
4.21. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi.	68
4.22. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi.	71
4.23. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki biyomasına etkisi.	72
4.24. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan değerler ve toplam verim değerlerine etkisi.	73
4.25. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi.	74
4.26. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi.	75
4.27. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi.	76
4.28. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi.	77

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
dS/m :	desisiemens/metre
µg :	mikrogram
mg :	miligram
g :	gram
kg :	kilogram
mm :	milimetre
cm :	santimetre
m :	metre
ml :	mililitre
nm :	nanometre
L :	litre
m ² :	metrekare
m ³ :	metreküp
cm ³ :	santimetre küp
% :	yüzde
°C :	santigrat derece
ppm :	milyonda bir kısım
mM :	milimolar
mmol :	milimol
meq :	miliequivalent
N :	azot
P :	fosfor
K :	potasyum
Ca :	kalsiyum

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Mg	:	magnezyum
Na	:	sodyum
Cl	:	klor
S	:	kükürt
Fe	:	demir
Mn	:	mangan
Cu	:	bakır
Zn	:	çinko
B	:	bor
Mo	:	molibden
Si	:	silisyum
Se	:	selenyum
NaCl	:	sodyum klorür
MeBr	:	metil bromid
NO ₃	:	nitrat
NO ₄	:	amonyum
SO ₄	:	sülfat
N ₂ O	:	diazotmonoksit
CO ₂	:	karbondioksit
H ₃ PO ₄	:	fosforik asit
HClO ₄	:	perklorik asit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
EC :	elektriksel iletkenlik
pH :	hidrojenin gücü (Power of Hydrogen)
SPAD :	özel ürünler analiz bölümü (Special Products Analysis Division)
MESS :	mikro element stok solüsyonu
MAP :	modifiye atmosfer paketlenme
PAR :	fotosentetik aktif radyasyon
F ₁ :	hibrit çeşit
L :	parlaklık (Lightness)
a :	yeşil-kırmızı renk skalası
b :	sarı-mavi renk skalası
ort. :	ortalama
s/h :	saat
cv :	çeşit (cultivar)
öd :	önemli değil
n :	örnek sayısı
P :	hata olasılığı, güvenlik aralığı
*	önem derecesi ($P \leq 0.05$)
**	önem derecesi ($P \leq 0.01$ veya $P \leq 0.001$)
w/v :	ağırlık/hacim
v/v :	hacim/hacim
yy :	yüzyıl
vd :	ve diğerleri, ve arkadaşları
et al. :	ve diğerleri, ve arkadaşları (et alii)
cc :	kübik santimetre

1. GİRİŞ

Topraksız tarım bitkisel üretimin besin eriyiklerinde veya besin eriyikleriyle beslenmiş katı ortamlarda gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Sevgican, 2002). Temeli 17. yy'a dayansa da ticari olarak sera üretiminde yaygınlaşması 1970'li yıllarda, dünyada yaşanan enerji krizi nedeni ile buharla toprak dezenfeksiyonunun ekonomik olmaktan çıkmasıyla olmuştur. 1980'li yıllardan itibaren ise çevreye olumsuz etkileri ortaya çıkan kimyasal toprak dezenfeksiyonuna alternatif olarak önem kazanmıştır. Özellikle 2000'li yıllarda topraksız tarım, metil bromit (MeBr) alternatifi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Van et al., 2001; Giannakou and Anastasiadis, 2005; Gül, 2008). Dünyada geniş bir kullanım alanı bulan topraksız tarım, ülkemizde 1995 yılında Antalya'da 10 hektar alanla ticari olarak başlamış; 2016 yılı sonlarında Antalya'ya ilaveten ülkenin değişik illerinde (İzmir, Denizli, Aydın, Adana, Afyon, Nevşehir, Maraş, Urfa, Ağrı gibi) uygulama alanı bulmuş ve toplamda 1200 ha'a ulaşmıştır (Turktemel, 2016).

Topraksız tarım toprak kaynaklı hastalık zararlı riskini ortadan kaldırması, toprak dezenfeksiyonuna karşı güvenli ve çevreci bir çözüm olması, su ve besin maddeleri kontrolünde kolaylık ve tasarruf sağlaması, yüksek verim ve kaliteli ürün eldesi, erkenci verimi arttırması, toprak hazırlığı ve işleme gereğini ortadan kaldırması, işçiliğinin daha az olması ve otomasyona olanak vermesi gibi avantajlara sahiptir. Başlangıç masraflarının yüksek olması, teknik bilgi ve tecrübe gerektirmesi ise bu üretim tekniğinin dezavantajı olarak görülmektedir (Raviv and Lieth, 2007; Gul, 2013; Savvas et al., 2013).

Topraksız tarımda bitkiler gelişmeleri için gerekli komple besin elementlerini içeren ve “besin eriyiği/çözeltilisi/solüsyonu” olarak adlandırılan gübreli su ile beslenmekte ve besin çözeltilisi gereken miktarlarda ve zamanda kök ortamına verilmektedir (Gül, 2008). Besin çözeltilisinin uygulanışına göre topraksız tarım, “açık” ve “kapalı sistemler” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Winsor and Schwarz, 1990; Jensen, 1997; Maloupa, 2002; Sevgican, 2002; Gül, 2008). Açık sistemde ortamdan drene olan besin solüsyonu çözeltilisi sera dışına atılırken, kapalı sistemde kök bölgesinden drene olan besin solüsyonu çözeltilisi toplanarak

tekrar bitkilere uygulanmaktadır (Sevgican, 2002). Kapalı sistemlerin açık sistem ile karşılaştırıldığında su ve gübre tasarrufu sağlaması yanında, çevre korumaya yönelik bir uygulama olduğu açıktır (Van Os, 1999; Rouphael and Colla, 2005). Ancak kapalı sistemlerde patojenlerin yayılma riski, EC yükselmeleri, kullanılmayan iyonların birikimi ve besin solüsyonundaki dengesizlikler sistem kullanımında bilgi ve tecrübe yanında sterilizasyon ve besin solüsyonu yönetim ve kontrolünü zorunlu kılmaktadır (Raviv and Lieth, 2007; Savvas et al., 2013).

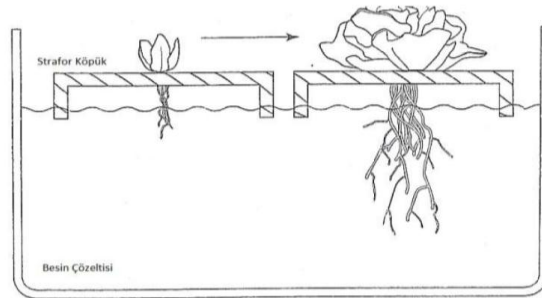
Topraksız tarım yetiştirme sistemine göre ise “su kültürü (hidroponik)” ve “katı ortam (substrat)” kültürü olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ortam kültüründe bitkiler organik (torf, Hindistan cevizi lifi, talaş vs) veya inorganik (perlit, zeolit, kayayünü vs) ortamlar ile doldurulmuş saksı, torba, yatak gibi yerlerde yetiştirilmekte; su kültüründe ise bitki kökleri durgun veya akan su kültüründe doğrudan besin çözeltisi içerisinde gelişmekte veya kökler besin eriyiği ile sislenmektedir (aeroponik) (Raviv and Lieth, 2007; Savvas et al., 2013, Popsimonova et al., 2016).

Ortam kültürü dünyada ticari olarak yaygın kullanılan topraksız tarım yöntemi olup, meyvesi ve yaprakları yenilen birçok sebzenin üretiminde kullanılmaktadır. Su kültüründe uygulama ve bitkileri ayakta tutma zorluğu, besin solüsyonunun havalandırılma ve sterilizasyon zorunluluğu ve idaresinde yaşanan sorunlar, çözelti sıcaklığının mevsimlere göre değişmesi ve sıcaklık optimizasyonu sorunu, bilgi ve tecrübe gerektirmesi gibi nedenler özellikle meyvesi tüketilen türlerin ticari yetiştiriciliğinde katı ortam kültürünün tercih edilmesine yol açmıştır (Gül vd., 2005). Yine de pratikte meyveleri yenilen sebzelerin derin ve ince (NFT) akan su kültüründe, salata-marul türlerinin aeroponik gibi sistemlerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Son zamanlarda ise yaprakları tüketilen sebzelerin (marul, ıspanak, roka, dereotu, maydanoz, semizotu, kuzukulağı, nane, fesleğen vs) durgun su kültüründe yetiştiriciliğine artan bir ilgi vardır (Gonnella et al., 2002; Rodriguez-Hidalgo et al., 2010).

Dünya pazarında temiz ve minimum işlenmiş gıdaya olan ilginin artması (Vernieri et al., 2006; Rodriguez-Hidalgo et al., 2010) yanında pratik ve çabuk yaşam şeklinde değişen yaşam tarzının benimsenmesi ve kadınların iş yaşamına

katılımının artmasına bağlı olarak mutfakta geçirdikleri zamanın azaltılması yönündeki istekleri nedeniyle insanlar taze tüketilebilen hazır, pratik ve sağlıklı besinler tüketmeyi tercih etmektedirler. Vitamin ve antioksidant deposu olan yaprakları yenilen sebzeler pratik bir yemek olan salata ve diğer birçok yemek yapımında kullanılması nedeni ile önem taşımakta; bu sebzelerin hasat sonrası kısa sürede temizlenmesi de tüketici açısından önem arz etmektedir. Topraklı üretilmiş 1 kg ıspanağın yıkanması ortalama 20-30 dakika kadar sürmekte, ciddi bir vakit ve su kaybına neden olmaktadır. Son yıllarda bu sebzelerin uzun süreler yıkanmadan kullanılmasına ve minimum işleme ile taze tüketilebilmesine yönelik artan talepler, yaprakları tüketilen sebzelerin topraksız tarımda üretilmesinin popülaritesini arttırmıştır. Söz konusu sebzelerin üretim dönemlerinin kısa olması da su kültüründe yetiştirilmelerinde avantaj olarak görülmektedir.

Su kültürü sistemleri içerisinde kapalı bir sistem olan durgun su tekniği, bitki yetiştirme amacıyla tercih edilen en eski ve uygulaması en basit topraksız tarım tekniğidir. Bugün de dünyada normal veya minyatür yapraklı (baby leaf) sebzeler şeklinde yaprakları tüketilen sebzelerin ticari olarak üretilmesinde kullanılan en yaygın sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistemde bitkiler besin çözeltisi üzerinde serbest olarak bırakılan köpük levhalar üzerinde yetiştirilmekte (Şekil 1.1) ve bu yöntem günümüzde “yüzen su kültürü (floating)” olarak adlandırılmaktadır (Morgan, 1999; Gül, 2008; Gülsoylu, 2012). Sistemin birçok modifiyesi olsa da gereksinimleri besin çözeltisinin konulduğu bir havuz, bitkilerin tohumlarının ekildiği veya fidelerin şaşırtıldığı üzerinde durabilecekleri ve besin çözeltisi yüzeyinde yüzebilecek hafif bir materyal (genellikle strafor köpük) ve havalandırma motorundan oluşmaktadır. Görüldüğü üzere sistem yüksek teknoloji gerektirmemektedir.



Şekil 1.1. Yüzen su kültürü (floating) (Morgan, 1999)

Yüzen su kültürü 1980 yılında Arizona Üniversitesi'nde tasarlanmış ve geliştirilmiş; birkaç yıl sonra Florida'da ticari olarak yeşilliklerin üretiminde kullanılmıştır. Orta ve Kuzey Amerika, Avrupa'nın güneyi ile Asya'da kullanım alanı bulmuştur (Resh, 1998). Yüzen su kültürü esas olarak fide yetiştirme için tasarlanmıştır. Fakat normal veya minyatür yapraklı yeşilliklerin üretiminde tohum ekiminden hasada kadar bitki gelişimi için de kullanılmaktadır (Fontano, 2010; Carrasco, 2011). Sistem günümüzde yaygın olarak Akdeniz ülkelerinde ısıtılmayan veya minimum iklim kontrollü seralarda yaprakları tüketilen sebzelerin normal ve minyatür yapraklı olarak üretilmesinde kullanılmaktadır (Duyar vd., 2012). Son zamanlarda yüzen su kültürü taze tüketim için yeşilliklerin üretimi yanında fide üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır (Carrasco et al., 2003; Bilalis et al., 2010)

Yüzen su kültürünün avantajları sistemin kolay tesis edilmesi, otomasyon kullanımı nedeni ile işçi masraflarının azlığı, ekonomik olması, hızlı bitki gelişimi, homojen ürün, kaliteli ve yüksek verim, temiz ürün, sera taban alanının etkin kullanımı ve birim alandaki bitki sayısının fazlalığı, kolay hasat, su ve gübre kullanımının optimizasyonu, buharlaşma ile minimum su kaybı, çevreye duyarlı üretim, küçük üretim alanları için adaptasyon kolaylığı ve teknolojik olarak geliştirilmeye uygunluğu olarak belirtilmiştir (Fernandez et al., 2008; Franco et al., 2011; Tomasi et al., 2015). Sistemin yüksek kalitede su gerektirmesi, suda çözünebilir gübre gereksinimi, besin solüsyonun havalandırılma ihtiyacı ve bu nedenle kesintisiz elektrik isteği, besin solüsyonu sıcaklığının mevsime göre ani düşüş ve artışları, ani bitki ölümleri dezavantajı olarak görülmektedir (Rakocy et al., 1993; Rouphael and Colla, 2005; Nicola et al., 2005; Rodriguez Hidalgo et al., 2010). Söz konusu bu dezavantajlara rağmen doğrudan tüketime yönelik sebzelerin durgun su kültüründe yetiştiriciliği gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle ıspanak gibi sebze türlerinin topraklı yetiştirildiğinde toprak kökenli hastalıklara maruz kalma, yaprakların toprakla bulaşık olması ve yaprak kayıpları söz konusu olmaktadır. Ayrıca pazara sunulmadan topraklarından arındırılması için yıkanması ve kurutulması gerekmektedir. Yıkanma sonucunda yapraklar kurutulmadan pazara sunulduğunda yapraklarda kızışmalar görülmekte ve bu da ciddi ürün kayıplarına neden olabilmektedir. Oysa durgun su kültüründe yapılan yetiştiricilikte toprakla bulaşma riski ortadan tamamıyla kalkmakta ve hasat

sonrası yıkama gerektirmediğinden önemli ölçüde işgücü ve su tasarrufu da sağlamaktadır. Gerek üretim aşaması ve gerekse üretim sonrası süreçte sağlanan su tasarrufu da suyun önemli olduğu günümüz koşullarında sistemin önemini daha da arttırmaktadır.

Doğrudan tüketimde kullanılan, yaprakları yenen sebzeler ile ilgili besleme açısından üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri bu sebzelerin nitrat içeriğidir. Taze tüketilen yeşilliklerin üretiminde vejetatif aksamı artırması nedeni ile yüksek miktarda azotlu gübre kullanılmasına rağmen bu bitkilerde yüksek azot özellikle de nitrat içerikleri istenen bir durum değildir. Bilindiği gibi azot, bitkiler tarafından organik azotlu bileşikler yanında nitrat (NO_3) ve amonyum (NH_4) azotu formunda alınmaktadır. Bitki tarafından topraktan alınan nitrat azotu, fotosentez sonucu ortaya çıkan enerji kullanılarak bitki içinde amonyum azotu formuna indirgenir ve proteinlerin yapı taşı olan amino asitlerin oluşumunda rol alan glutamik asiti oluşturmak üzere karbonlu bileşiklerle kombinasyon yaparlar. Bitkinin azot alımının gereğinden fazla olması (aşırı gübreleme) veya alınan azotun proteine kadar olan dönüşümünün bazı faktörlerce (çevresel etmenler) engellenmesi, bünyede azot birikimine neden olmaktadır (Kara, 1993).

Aslında beslenme yolu ile alınan nitrat değil, nitrattan oluşan nitrit toksik etkide bulunmaktadır. Nitratin önemli bir kısmı dışkı yoluyla vücuttan hızla atılmakta, kalan kısmı da tükürük bezlerine taşınmakta ve ağız boşluğuna salgılanmaktadır. Burada ağızda bulunan bakteriler tarafından nitrite indirgenmekte ve yutma yoluyla mideye taşınmaktadır. Nitrat vücuttan hızlı olarak atıldığı için, zararlı etkisi yok olarak kabul edilmektedir. Midenin pH 'sı 5.5'in üzerine çıktığında nitrat bakteriyel nitrat redüktaz aktivitesi aracılığıyla zararlı nitrit iyonlarına dönüşmektedir. Nitrit hemoglobin ile etkileşime girerek methemoglobin oluşumuna neden olmakta; hemoglobindeki Fe^{+2} , Fe^{+3} 'e yükseltgenmekte böylece kanın oksijen taşıması işlevi azalmakta ya da önlenmektedir. Bu durum “methaemoglobinaemia” olarak adlandırılmakta, halk arasında “mavi bebek sendromu/siyanotik/siyonoz” hastalığı olarak bilinmekte ve çocuklar için tehlike arz etmektedir. Nitritin insan sağlığı üzerinde diğer bir olumsuz etkisi de sekonder aminlerle tepkimeye girerek potansiyel olarak

kanserojen, mutajen ve teratojen olan nitrozaminlerin oluşumuna neden olmasıdır. Görüldüğü üzere sağlık açısından nitrat tehlike yaratmakta ve mide kanserine giden bir yol oluşturmaktadır (Kara, 1993; Özdestan ve Üren, 2010).

İnsan beslenmesinde sebzelerin önemli bir yer tutması, sebzeler içinde de özellikle yaprakları yenilen sebzelerde nitrat sorunu varlığı bu türlerde nitrat üzerine yapılan çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Söz konusu türlerin üretiminde kullanılan yüzen su kültürü uygulamalarında da verim artışı yanında çoğunlukla bitkilerin nitrat içeriklerini düşürebilecek çalışmalara (Alberici et al., 2008; Amanda et al., 2009; Scuderi et al., 2011; Duyar ve Kılıç, 2016) yer verilmektedir. Araştırmacılar su kültüründe gerek besin solüsyonunda makro elementleri azaltılarak ve gerekse besin solüsyonunu seyrelterek, hasat öncesi bitkileri suda yüzdürerek, besin solüsyonunu havalandırarak, nitrat azotunun kullanımını azaltarak veya Ca, SO₄ ve HPO₄ ile kombine edilerek kullanımı gibi değişik uygulamalarla ıspanak, roka, marul gibi yeşilliklerin nitrat içeriğinin azaltılabileceğini (Van Der Boon et al., 1990; D'anna et al., 2003; Gonnella et al., 2004; Vernieri et al., 2005; Cocetta et al., 2007; Lenzi et al., 2011; Jakse et al., 2013) ve yüzen su kültüründe ekonomik ve çevreye duyarlı bir şekilde yetiştiricilik yapabileceklerini belirtmişlerdir.

Yürütülen bu çalışmada (1) ısıtmasız sera koşullarında kış-erken ilkbahar dönemlerinde yaprakları tüketilen bazı sebze türlerinin (roka, ıspanak, kuzukulağı ve semizotu) modifiye edilmiş yüzen su kültürü sisteminde üretim olanaklarının araştırılması; (2) marul için kullanılan kışlık besin solüsyonunun yeşilliklerin üretimine uygunluğunun belirlenmesi, (3) besin çözeltisi konsantrasyonunun seyreltilmesinin bu türlerde ürün verimi, bitki gelişimi, su tüketimi, kalitesi ile yapraklarının nitrat, vitamin C ve besin elementi içeriğine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Topraksız tarımda yaprakları yenen sebzelerin yetiştiriciliğinde genellikle su kültüründen yararlanılmış; bu yetiştiricilik içerisinde de bir durgun su kültürü sistemi olan yüzen su kültürünün (floating) öne çıktığı görülmüştür. Havalandırmalı veya havalandırmasız besin solüsyonunda köpük levhalar üzerinde yapılan bu yetiştiricilikte verim artışı ve besin elementi doz uygulamalarına sıkça yer verilmiş ve insan beslenmesindeki önemi ile nitrat başta olmak üzere kalite kriterleri üzerinde durulmuştur.

Yüzen su kültüründe yaprakları yenen sebzelerin yetiştiriciliğine yönelik yapılan önceki çalışmalar aşağıda belirtilmiştir:

Goto et al. (1996), yüzen su kültüründe marul yetiştirdikleri çalışmalarında, besin solüsyonunun havalandırılmasının (2.1 ile 16.8 mg/L) marul gelişiminde olumlu bir etki yapmadığını; ancak 2.1 mg/L'in bitki gelişimi için kritik konsantrasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Yüzen su kültüründe 'Ronda' ve 'Amadeus' marul çeşitleri 2000 yılının Mart-Nisan ayları arasında iki bitki sıklığında (316 ve 620 bitki/m²) yetiştirildiğinde, 40 gün sonra ortalama 6 kg/m² yaprak taze ağırlığı alınmış, yaprak kuru madde içeriği ortalama 5 g/100 g taze ağırlık olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında bu açıdan bir farklılık görülmemiştir. Yapraklardaki nitrat içeriği taze ağırlıkta 2.000 mg/kg'dan düşük bulunmuş ve yine uygulamalardan etkilenmemiştir. Tüketilen su miktarına karşılık, yaprak kuru madde içeriği üzerinden hesaplanan su kullanım etkinliği ortalama 3.5 g iken, bitki yoğunluğuna bakılmaksızın su tüketimi 80 L/m² olarak bulunmuştur (Gonnella et al., 2002).

Carrasco et al. (2003), yürüttükleri bir çalışmada yüzen su kültüründe domates, karnabahar, brokoli, lahana ve marul fidesi yetiştiriciliğinde farklı ortam kullanımının fizibilitesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma 2000-2001 yıllarında Ekim-Mayıs ayları arasında Güney Şili'de ısıtmasız sera koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi kompostu, perlit, çam kabuğu kompostu ve bunların karışımları kullanılmıştır. Brassicaceae

familyası türleri için 2 farklı göz hacmine sahip (20 ve 40 cc/hücre) viyoller kullanılmıştır. Tohum ekimi yapıldıktan sonraki iki hafta boyunca tohum çıkış yüzdeleri kaydedilmiştir. Tohum ekiminden 20 gün sonra fidelerde yaprak sayısı, gövde çapı ve her viyolde yetişen toplam fide sayısı belirlenmiştir. Araştırma sonunda ortamlar içinde çam kabuğu kompostunun fide gelişimi için fizibilitesinin daha uygun olduğu ve Brassicaceae familyası için 20 ve 40 cc gözlü viyoller arasında bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir.

Yüzen su kültüründe farklı tuz içeriğine sahip (2.8 ve 3.8 dS/m) iki farklı besin solüsyonunda yetiştirilen roka bitkisinin nitrat içeriğini azaltmak ve su tüketimini belirlemek için yürütülen bir çalışmada; tuzlu besin solüsyonundaki bitkiler hasattan 5 gün önce, yarısına kadar su doldurulan teknelerde yetiştirilmiş ve böylece yaprak nitrat içeriğini azaltmak amaçlanmıştır. Ancak EC seviyesi bitki boyunu ve verimi olumsuz yönde etkilememiştir. Hasattan önce yapılan su uygulaması rokada verimin artmasına, nitrat konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. Rokanın bu yetiştiricilik sistemine iyi adapte olduğu gözlemlenmiştir (D'Anna et al., 2003).

Tesi et al. (2003), yüzen su kültüründe marul yetiştiriciliğinde havalandırmalı ve havalandırmaz besin solüsyonunda tuz seviyesi artışının verime etkisini araştırmışlardır. Artan tuz konsantrasyonlarına (0, 10, 20, 30 mmol/L) sahip besin solüsyonları havalandırmalı ve havalandırmaz olarak kurulmuştur. Yağlı baş marul 'Justine' polystrene panellere 9 Mayıs 2002'de şaşırtılmış, 12 Haziran 2012'de hasat edilmiştir. Hasatta baş ve kök yaş-kuru ağırlığı, kök uzunluğu, baş çapı, yaprak nitrat içeriği ve klorofil (SPAD) değerleri ölçülmüştür. Tuz ve oksijen seviyesi ile bunların interaksyonunun ölçülen parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Havalandırmaz besin solüsyonunda tuzun büyüme üzerine etkisi açıkça fark edilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında 10 mmol/L NaCl uygulamasında baş ağırlığı ve çapı 20 mmol/L NaCl uygulamasında kuru ağırlık önemli ölçüde azalmıştır. Bununla birlikte artan NaCl konsantrasyonu baş ve köklerde kuru ağırlık yüzdesini, kök ve sürgün oranını, klorofil (SPAD) değerlerini artırırken; yaprak nitrat içeriğini azaltmıştır. Kontrol grubu bitkilerde daha çok olmakla birlikte bazı tuz uygulamalarında da uç yanıklığı belirtileri oluşmuştur.

Havalandırmalı besin solüsyonunda 30 mmol/L NaCl'ye kadar büyümede başarı elde edilmiştir. Yapraklarda nitrat birikimi 20 mmol/L NaCl'de artarken, değerler kontrol grubu ve 30 mmol/L ile karşılaştırıldığında azalış göstermiştir.

Sonbahar bitkileri olan glayöl ve değnek çiçeğinin plastik sera koşulları altında yüzen su kültüründe ve toprakta katı gübre kullanılarak yürütülen çalışmada, yüzen su kültüründe sadece su, kalsiyum nitrat (5 mol/m^3), Hoagland'ın tam doz ve yarım doz uygulamaları denemeye alınmıştır. Değnek çiçeğinde besin solüsyonu havalandırmalı ve havalandırmasız olarak kullanılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca; bitki boyu, yaprak klorofil miktarı (SPAD) ve çiçeklenme tarihi gözlemlenmiştir. Hasat zamanında ise her başağın gövde ve çiçek uzunluğu, tomurcuk sayısı, görsel skoru değerlendirilmiştir. Aynı zamanda bitki yaş ve kuru ağırlığı, toplam N içeriği ve besin solüsyonunun atık bileşimi de incelenmiştir. Glayöl çiçeği yüzen su kültürü ile kıyaslandığında geleneksel yetiştiricilikte daha uzun başaklar oluşturarak iyi bir gelişim göstermiş, değnek çiçeği kontrol uygulamasına göre yüzen su kültüründe Hoagland'ın tam ve yarım dozunda daha uzun gövde, büyük çiçekler ve yüksek kalite görünümü oluşturmuştur. Sadece su ve kalsiyum nitrat uygulaması glayöl ve değnek çiçeği için uygun görülmemiştir. Her iki türde de en yüksek N içeriği Hoagland'ın tam doz ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir (Zanin et al., 2003).

Frezza et al. (2005), yağlık baş salatanın topraksız tarım sisteminde üretilerek kalitesini arttırmayı amaçladıkları çalışmalarında yağlık baş salatada (cv. Lores) farklı dönemde farklı ortamlar kullanılarak yetiştiricilik yapmışlardır. İlk olarak 2002-2003 yılları sonbahar döneminde yüzen su kültürü ve topraklı yetiştiricilik karşılaştırılmıştır. İlkbahar döneminde ise ortam kültüründe (perlit) üç farklı kalsiyum dozu (0, 3, 6 me/L) besin solüsyonu ile birlikte uygulanmıştır. Yetiştirme dönemi kültüre alınan sisteme göre değişmiştir. Genel olarak topraksız yetiştiricilikte hasat edilen bitkilerde yaprak kuru ağırlığı ve yaprak alanı daha düşük bulunmuş, asıl farklılık verimde olmuştur. Nitrat içeriği üretim sisteminden önemli ölçüde etkilenmiştir. Uygulamaların askorbik asit içeriği üzerine etkisi farklılık göstermemiştir. Çalışmanın iki yılında elde edilen sonuçlar farklılık göstermiştir. Tüm yetiştiricilik sistemlerinde inorganik katyon farklılıkları (özellikle K^+ ve Mg^{2+} elementlerinde) gözlemlenmiştir. Yağlı baş marulda üretim

sistemlerinin renk yoğunluğu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Farklı kalsiyum seviyelerinin yaprak uç yanıklığına bir etki yapmadığı belirtilmiştir.

Gonnella et al. (2004), yüzen su kültüründe minyatür yapraklı, tüketime hazır sebzelerin üretiminin karlı olabileceğini bildirmişlerdir. Bu amaçla yürüttükleri çalışmalarında kuzukulağının iki çeşidini 'Baikal' ve 'Valerianella a seme grosso di Olanda' kullanmışlardır. Sistemin kurulumunda sıraların besin solüsyonu içermesi ve bitkilerin yüzen köpüklerle desteklenmesi gerektiği ve kabul edilen bitki yoğunluğunun 1200 bitki/m³ olması gerektiği bildirilmiştir. Tohum ekimden yaklaşık olarak 50 gün sonra toplam yaprak verimi 1900 g/m² ve kuru madde içeriği 7.5 g/100 g yaş ağırlık ve nitrat içeriği yaklaşık 4000 mg/kg olarak bulunmuştur. Hasattan üç gün önce besin solüsyonunun yağmur suyu ile yer değiştirmesi yapraklarda nitrat birikimini azaltmıştır. Üretimde katı atık (ortam) sorunu ya da pestisit kalıntısı elde edilmemiştir. Besin solüsyonuna düzenli olarak pH'ı düzenleyebilmek için nitrik asit ilavesi yapılmıştır. Bitkiler büyüdükçe günlük su tüketiminin arttığı gözlemlenmiş, toplam su tüketiminin bir dönemde 51 L/m³ olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar bitkilerin fiziksel özellikleri için besin solüsyonunu oksijenle zenginleştirmenin, solüsyonu devir daim ettirmenin bitki gelişimini arttırmak için çok önemli olduğu bildirmişlerdir.

Geleneksel tarım uygulamaları organik, sürdürülebilir ve çevreci sistemlere doğru kaymaktadır. Fakat her şekilde ürünün verim ve kalitesini korumak önemlidir. Bu bağlamda gübre kullanımının azaltılması, bitkilerin besin elementi alınımını ve kullanımını artırma stratejileri ile mümkündür. Vernieri et al. (2005), bu amaçla rokada yüzen su kültüründe yürüttükleri bir çalışmada 0.08, 0.17, 0.3, 0.7, 1.3 ve 2.7 ml/L biyostimülantlı (Activawe, Valagro s.p.A) ve biyostimülantsız standart besin solüsyonunun %100 (tam doz), %25 (1/4 oranında azaltılmış, çeyrek doz) dozlarında yetiştiricilik yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar tüm uygulamalarda Activawe'nin besin kullanım etkinliğini artırdığını; ancak verim ve klorofil içeriği açısından tam dozun biyostimülantlı çeyrek doza kıyasla önemli bir farklılık yaratmadığını göstermiştir. Ancak Activawe tam dozda %11, çeyrek dozda %33 oranında nitrat içeriğini azaltmıştır. Doz etkisi Activawe konsantrasyonunun 0.08'den 0.3 ml/L'ye çıkartılması ile verim ve klorofil içeriğinin iki kat arttığını göstermiştir. En düşük nitrat içeriği 0.17 ml/L Activawe

uygulamasından elde edilmiş, doz artışı bu konuda bir fayda sağlamamıştır. Test edilen tüm Activawe dozlarında fitotoksik bir etkiye rastlanmamış, biyostimülantların azalan besin solüsyonu element içeriğinin bitkide oluşturacağı etkiyi tolere etmede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Cocetta et al. (2007), Kuzey İtalya'da ısıtmasız sera koşulları altında yüzen su kültüründe besin solüsyonu konsantrasyonunun makro elementlerinin azaltılmasının ıspanakta verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında Hoagland besin solüsyonu reçetesinin 3 farklı dozunu (%10, %25 ve %50) kullanmışlardır. Mikro besin elementi konsantrasyonu tüm uygulamalarda aynı miktarda kalmıştır. Tohum ekiminden 37 gün sonra yaprak nitrat içeriği, sakroz, karetonoidler, klorofil, lipid peroksidasyonu ve verim değerleri belirlenmiş olup, verim değerleri sırasıyla %10 dozda 1.1 kg/m², %25 dozda 1.4 kg/m² ve %50 dozda 1.5 kg/m² olarak belirlenmiştir. Makro besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça yaprak nitrat içeriği ve sakroz miktarında da artış gözlemlenmiştir. Fakat nitrat içeriğinin uluslararası sınır olan 3000 mg/kg'ı aşmadığı bildirilmiştir. Yapılan bu besin elementi rejimi klorofil, pigment içeriği ve lipid peroksidasyonunu etkilememiştir.

Cros et al. (2007a), farklı ortamların [torf, perlit, hindistan cevizi lifi, vermikulit ve torf:perlit (3:1 ve 1:1)] yüzen su kültüründe yabancı semizotu yetiştiriciliğinde verim ve yağ asidi içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada; torf (1818 g/m²) ve torf:perlit (2240 g/m²) karışımında en yüksek verim değerinin elde edildiğini saptamışlardır. Aynı şekilde en yüksek bitki boyu, yaprak ağırlığı, yaprak alanı değerleri ve yüksek yağ asidi (LA, LNA, palmitic asid ve stearik asid) miktarının torf, torf:perlit (3:1), torf:perlit (1:1) ortamlarında yetişen semizotlarından elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, yüzen su kültüründe semizotu yetiştiriciliğinde yürüttükleri bir diğer çalışmada 9 farklı tuz dozunun (0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0, 17.5 ve 20.0 dS/m) çimlenme ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. En yüksek çimlenme oranı 2.5 ve 5.0 dS/m uygulamalarında kontrole göre sırasıyla %59.0 ve 48.5 daha yüksek bulunmuştur. Tuz miktarı arttıkça verimin düştüğü belirlenmiştir (Cros et al., 2007 b).

Kaşkar et al. (2009), yüzen su kültüründe farklı semizotu çeşitlerinin verimleri, nitrat ve oksalat içeriklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada, iki ticari (cv. Golden Purslane ve C), bir Türkiye orijinli (cv. 5) ve üç yerel İspanyol (cv. 215, 294 ve 298) semizotu çeşidi kullanmışlardır. Tohumlar direkt köpük levhalara ekilmiş, 1 gün büyütme kabinde tutulmuş ve sonrasında yüzen su kültürü teknelerine aktarılmıştır. 3 gün boyunca suda yetiştirilen bitkiler, 4. günden itibaren 8 mmol/L ($\text{NO}_3\text{-N:NH}_4\text{-N=60:40}$) besin solüsyonunda 13 gün yetiştirilmiştir. C çeşidi en yüksek bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve verim ile en iyi agronomik performansa sahip olurken, 5 çeşidi en kötüsüne sahip olmuştur. 215 çeşidi en yüksek klorofil içeriğine sahip olurken, Golden çeşidi en düşük değerlere sahip olmuştur. Verim değerleri 1.68 ile 0.60 kg/m², oksalat miktarı 6154.03 ile 3846.3 mg/kg ve nitrat miktarı 2552.84 ile 1285.0 mg/kg arasında değişmiştir. En düşük nitrat ve oksalat içeriği 5 çeşidinde görülmüştür. Genel olarak C çeşidi en verimli çeşit olmasına rağmen yüksek nitrat ve oksalat içeriği nedeni ile tüketime uygun bulunmamıştır.

Alberici et al. (2008), yüzen su kültüründe marul (*Lactuca sativa* L.), roka (*Diplotaxis tenuifolia* L.), ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) ve kuzu marulu (*Valerianella locusta* L. Laterr.) yetiştirdikleri araştırmalarında standart besin solüsyonu (12 N- NO_3 , 3.8 NH_4 , 2.8 P, 8.4 K, 3.5 Ca, 1.4 Mg, 9.5 Na, 8.0 Cl, 2.7 S, 0.04 Fe) kullanmışlar ve Hoagland'ın makro element besin solüsyonunu tam, yarı yarıya ve ¼ oranlarında seyrelterek kullanmışlardır. Araştırma sonucunda türlere ve yetiştirme dönemlerine göre değişen sonuçlar elde etmişlerdir. Uygulamalar arasında verim açısından önemli farklılıklar elde etmişlerdir. Toplam klorofil, karotenoid ve fenol içeriği artan besin solüsyonu element konsantrasyonu ile artmıştır. Ispanakta yaprak nitrat içeriği, besin solüsyonu konsantrasyonun azalmasıyla azalırken, diğer türlerde önemli bir farklılık görülmemiştir. Araştırmacılar, tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde %25 oranında seyreltilen besin solüsyonu dozunun en uygun doz olduğunu bildirmişlerdir.

Conesa et al. (2008), yüzen su kültüründe kuzu ıspanak ve karanfil yetiştiriciliğinde nitrat/amonyum ($\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$) oranlarının (100/0, 75/25, 50/50 ve 25/75) verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek için yürüttükleri bir çalışmada,

kuzu ıspanak yetiştiriciliğinde 100/0, 50/50 ve 25/75 $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ uygulamalarından, karanfil yetiştiriciliğinde ise 50/50 $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ uygulamasından en yüksek verimin alındığını bildirmişlerdir. Ispanak ve karanfil yetiştiriciliğinde en yüksek nitrat miktarı 25/75 $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ uygulamasından elde edilmiş olup, en düşük nitrat 100/0 uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek vitamin C değeri 100/0 $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ uygulamasından, en düşük vitamin C değeri 25/75 $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ uygulamasından elde edilmiştir.

Magnani et al. (2008), 2006-2007 Eylül ve Ekim aylarında şeffaf, sarı ve kırmızı malç kullanımının iki farklı kırmızı/kızıl ötesi ışık yoğunluğunda (600-700, 700-800 nm) yüzen su kültüründe roka ve marul yetiştiriciliğinde verim ve kalite (kuru madde, klorofil, nitrat ve antioksidant) üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, ışık geçirgenliğinin şeffaf, sarı ve kırmızı malçta sırasıyla %90.6, 76.6 ve 81.3 olduğu saptanmıştır. Roka yetiştiriciliğinde renkli malç kullanımı ile şeffaf malç kullanımı kıyaslandığında renkli malç her üretim döneminde olumlu sonuç vermiştir. Renkli ışık kullanıldığında nitrat miktarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Roka yetiştiriciliğinde ışık yoğunluğu ve renkli plastik örtü kullanımı antioksidant miktarını olumlu yönde etkilemiştir.

Falovo et al. (2009), yüzen su kültüründe marul yetiştiriciliğinde beş farklı besin solüsyonu konsantrasyonunu (2, 18, 34, 50, 66 meq/L) farklı üretim dönemlerinde (ilkbahar ve yaz) denemeye almışlardır. Besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça pazarlanabilir verim, toplam kuru ağırlık, yaprak alan indeksi, makro element (N, P, K ve Mg) konsantrasyonları, toplam klorofil ve nitrat miktarının arttığı; kök/gövde oranı, glikoz, fruktoz, nişasta, toplam karbonhidrat ve protein içeriğinin ise azaldığı görülmüştür. İlkbahar mevsiminde yetişen bitkilerde yazın yetişen bitkilere göre daha düşük verim ve büyüme (toplam kuru ağırlık ve yaprak alan indeksi) daha yüksek yaprak kalitesi (yüksek karbonhidrat ve düşük nitrat içeriği) elde edilmiştir. Elde edilen regresyon analizi sonuçları 37 ve 44 meq/L besin solüsyonu konsantrasyonunun mevcut koşullara adapte edilebileceğini ve bahar-yaz aylarında kullanılabileceğini ancak bazı besin elementi miktarının önemli ölçüde azaldığını göstermiştir.

Kratky (2009), yürüttüğü bir çalışmada elektrik ve pompa gerektirmeyen sirküle edilmeyen marul yetiştiriciliğinde kullanılabilecek üç su kültürü yöntemini tanımlamaya çalışmıştır. Her üç yöntemde de tüm besin solüsyonu ilgili düzeneğe fide dikiminden önce konulmuştur. En basit sistemde marul tohumları yetiştirme ortamı doldurulmuş konik şekilli plastik net saksılara ekilmiş ve karanlıkta tutulmuştur. 4 litrelik plastik şişe besin solüsyonu ile doldurulmuş ve net saksının alt 3 cm'lik kısmı besin solüsyonuna daldırılmıştır. Böylece net saksılardaki yetiştirme ortamının girişi kapılar hareket nedeni ile sürekli nemli kaldığı için bitkiler otomatik olarak sulanmıştır. Bitki gelişimine bağlı olarak besin solüsyonu seviyesini azalmış; hava boşluğundaki nem gelişmeye neden olmuştur. Aynı zamanda kök sistemi yayılmış ve besin ve su alımını arttırmıştır. Yaprak ve yarı-açık başlı marul çeşitleri bu sistemde tohum ekiminden 6-7 hafta sonra hasat edilmişlerdir. Bu sistemin ticari anlamda gelişmesi için besin solüsyonu ile doldurulmuş polietilen örtü ile kaplı veya köpük levha ile çevrelenmiş 14 cm yüksekliğindeki tank gerekmektedir. Marul içinde yetiştirme ortamı bulunan net saksılarda dikilerek örtü üstündeki deliklere yerleştirilmektedir. Marul fideleri başlangıçta kapılar hareket ile sulanmakta sonrasında direkt olarak kökün su alımı başlamaktadır. Besin solüsyonu bitmeden önce de bitkiler hasat edilmektedir. Bu metodun modifiye edilmiş diğer bir şekli ise uzun dikdörtgen su kanalı şeklinde olan yüzen destek sistemidir. Bu sistemde marul fideleri köpük levhaya yerleştirilmiş net saksılara dikilmektedir. Başlangıçta dikim yapılan örtü, besin solüsyonunda yüzdürülmekte, sonra besin solüsyonunu seviyesinin bitki gelişmesine bağlı olarak azalması ile birlikte tank zemininde yer alan 10 cm aralıklı 2 paralel plastik boruya değmektedir. Bu anda tank hemen su ile doldurulmalı ve bu durum böylece hasatlara kadar devam etmelidir. Araştırmacı, yüzen salların hasat alanına kolaylıkla taşınabilmesi nedeni ile de avantajlı olabileceğini belirtmiştir.

Yüzen su kültüründe iki marul (Grand Rapids ve Brisa) ve iki yağlı baş salata (Divina ve Prima) çeşidine Hoagland'ın besin solüsyonunun dört farklı N dozu (100 NO_3 , $150 \text{ NO}_3 + 50 \text{ NH}_4$, $200 \text{ NO}_3 + 100 \text{ NH}_4$ ve $250 \text{ NO}_3 + 150 \text{ NH}_4$) uygulanmış, en düşük nitrat miktarı 100 NO_3 dozunda Grand Rapids ve Brisa marul çeşitlerinde, en yüksek nitrat miktarı $250 \text{ NO}_3 + 150 \text{ NH}_4$ dozunda Divina ve Prima baş salata çeşitlerinden elde edilmiştir. Bu sonuçlar çeşitlerin beslenme

ihtiyaçlarının da farklı olduğunu göstermiştir. En fazla bitki gelişimi yaprak nitrat içeriği en yüksek olan çeşitten elde edilmiştir. Tüm uygulamalarda yetiştirilen dört çeşitten elde edilen yaprak nitrat içeriğinin, Avrupa Birliği kanunlarının belirlediği limit değerlerinin altında olduğu bildirilmiştir (Lastra et al., 2009).

Sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında yüzen su kültüründe marul ve şikori yetiştiriciliğinde, besin solüsyonuna ilave edilen 0.5 ve 1 mg/L selenyumun (Se) verim ve klorofil miktarını artırırken nitrat miktarını azalttığı saptanmıştır. Bitkide bulunan Se miktarının sonbaharda marulda, ilkbaharda şikoride yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca besin solüsyonuna ilave edilen (0.5 ve 1.0 mg/L) Se'nin yapraklarda Se miktarını artırdığı ve verimi olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Selenyum her iki türde de etilen ve Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) aktivitesini azaltarak, yaprakları yenen sebzelerde kaliteyi yükselttiği ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Malorgio et al., 2009).

Bilalis et al. (2010), marul ve domates fide üretiminde yüzen su kültüründe   ortamı (2:1, 1:1 ve 1:2 torf:vermikulit, v:v) denemeye aldıkları çalışmalarında, 1:1 karışımı kullanılarak yetiştirilen fidelerin en yüksek kök biyomasına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Chiancone et al. (2010), besin çözeltisi kullanılarak polietilen sığ havuzlarda köpük levhalar üzerinde yapraklı sebzeler ile otların yetiştirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, yüzen sistemde minimum bakım ile kaliteli yapraklı sebze ve ot yetiştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Yüzen su kültüründe yapılan minyatür yapraklı ıspanak yetiştiriciliğinde azot gübrelemesi ve modifiye atmosfer paketlemesinin (MAP) kalite üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, besin solüsyonuna   gübre dozu [(8, 12 ve 16 mmol/L N (60/40 NO₃⁻)] uygulanmış ve 3 hasat sonrası MAP faktörü (pasif, süper atmosferik ve N₂O zenginleştirilmiş) denemeye alınmıştır. Hasat edilmiş minyatür yapraklı ıspanaklar 5 C'de 10 gün boyunca depolanmıştır. Hasattan 8 gün sonra yapraklar 8 ve 16 N mmol N/L ile gübrenilmiş ve N₂O gazı ile zenginleştirilmiş MAP'da tutulmuştur. Raf  mr  süresince N gübrelemesi ve paketleme uygulaması toplam vitamin C içeriğini %10-20 oranında azaltmıştır. Hasat zamanında toplam

fenolik içerik (2 g gallik asit/kg taze ağırlık) hızla azalmış veya durumunu korurken, toplam klorofil içeriği (550 mg/kg taze ağırlık) tüm uygulamalarda durumunu korumuştur. Taze kesim minyatür yapraklı ıspanakların hasat sonu depolanması sırasında gübre dozlarının etkisi açıkça ortaya konulamamıştır. Ancak N_2O gazı ile zenginleştirilmiş atmosferin raf ömrünü arttırarak pasif MAP uygulamalarına alternatif olabileceği bildirilmiştir (Rodriguez-Hidalgo et al., 2010).

Lenzi et al. (2011), yüzen su kültüründe sebzelerin yetiştirilmesi, kök bölgesinde oksijen yetersizliğine (hipoksi), bunun da özellikle sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında türlere bağlı olarak verimde ve su ve mineral alınımında azalmalara neden olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca oksijen stresi altındaki bitkilerde nitrat birikimi azalmakta bu da kaliteyi artırmaktadır. Araştırmacıların bu amaçla yürüttükleri bir çalışmada, yüzen su kültüründe farklı hacimlerde (126, 252 60 L/m² ekili alan) ve sezonlarda, havalandırılmış ve havalandırılmamış besin solüsyonlarında ıspanak yetiştirilmiştir. Havalandırılan besin solüsyonunda oksijen konsantrasyonu 7-8 mg/L, havalandırılmayan besin solüsyonunda oksijen konsantrasyonu yazın ortalama 1.92 mg/L, sonbaharda 2.83 mg/L olarak kaydedilmiş olup, oksijen konsantrasyonunun hasada yaklaştıkça azaldığı görülmüştür. Hipoksi seviyesi sonbaharda verimi ve nitrat birikimini etkilememiştir. Ancak besin solüsyonu havalandırıldığında yaprak nitrat içeriğinin yazın önemli bir şekilde azaldığı görülmüştür. 60 L/m² hacimde verimde bir azalma olmaksızın nitrat birikiminin azaldığı saptanmıştır. Havalandırma×ortam hacimi interaksiyonunda nitrat birikimi ve verimde önemli bir farklılık görülmemiştir.

Manzocco et al. (2011), serada yüzen su kültüründe ve topraklı yetiştiricilikte yürüttükleri bir çalışmada, besin solüsyonuna 30 mmol/L silisyum (Si) ilave etmişler ve silisyumlu ve silisyumsuz uygulamaları kuzu marulunun verim ve raf ömrü üzerine etkilerini belirlemek için karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar yüzen su kültürü sisteminde yetişen bitkilerin topraklı yetiştiriciliğin dezavantajlarından uzak olması yanında bitkinin genel kalitesini de etkilediğini belirtmişlerdir. En düşük etki renk, sertlik ve mikrobiyal sayımlardan elde edilmiştir. Hidroponik yetiştiricilik bitki dokusu su içeriğini önemli ölçüde

etkilemiştir. Soğukta depolamada yapısal modifikasyonlar ve ağırlık kayıpları görülmüştür. Kuzu marulunun raf ömrü görülebilir/saptanabilir hoş olmayan duyuşal özelliklerde sınırlanmıştır. Tüketici tercihlerine göre belirlenen raf ömrü su kültüründe yetiştirilen bitkilerde 2. günde, topraklı yetiştiricilikle yetiştirilen bitkilerde 7. günde sonuçlanmıştır. Hidroponik yetiştiricilik ürün kalitesi ve raf ömründe kritik sonuçlara sahip olmasına rağmen bu dezavantaj besin solüsyonuna ilave edilecek destekleyiciler ile (örneğin Si) nitrat içeriğinin azaltılması ve verimin artırılması ile göz ardı edilebilmektedir.

Yüzen su kültüründe 3 farklı tuz seviyesinde (2.8, 3.8 ve 4.8 dS/m) yetiştirilen marulların kalite, mikrobiyal ve enzimatik özelliklerinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, tuzluluğun soğukta depolama (9 gün +4°C) ürün raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Hasat öncesi 3.8 ve 4.8 dS/m tuz uygulaması marulların kalitesini iyileştirmiştir. CO₂ üretimi bozulma sürecinin kontrolünü azaltmıştır. Marulların taze kesilmesi fenol, oksidaz ve peroksidaz aktivitesine neden olmuştur. Her durumda tuzluluk koşulundaki bitkilerde oksidatif aktivite düşmüştür, depolama boyunca kahverengileşme olmuştur. Artan tuzluluk mezofilik bakteriler ve küf sayısını, maya oluşumunu azaltmıştır. Oysa Enterobacteriaceae seviyesi hasat öncesi uygulamalardan etkilenmemiştir. Bu araştırma yüzen su kültüründe besin solüsyonunda artan EC seviyesinin taze marulların özelliklerini etkilediğini, ürünün raf ömrünü arttırdığını göstermiştir (Scuderi et al., 2011).

Azot (N), demir (Fe) ve kükürt (S) kazanım mekanizmalarına verilen tepkilerin belirlenmesi amacıyla Lacuzzo et al. (2011) tarafından iki kuzu marulu çeşidi kullanılarak su kültüründe yetiştiricilik yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar artan Fe ve S mevcudiyetinin nitrat alınımlarını ve birikimini arttırdığını; yüksek S varlığının hem alımın hem de N metabolizması ile Fe kazanım mekanizmalarında pozitif etki yaptığını göstermiştir. Elde edilen veriler N, S ve Fe arasında yakın bir ilişki olduğunu; yeterli besin elementinin bulunması koşulunda topraksız tarımdan alınan ürünlerin verim ve kalitesinin iyileştirilebileceğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar bu bağlamda Fe ve N'nin kazanım mekanizmaları ile N metabolizmasında rolü olan S'nin varlığının dengeli bitki büyümesinde dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Franco et al. (2011), tuzluluğun (0, 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ve 15 dS/m) düşük ışık yoğunluğu koşulunda (20°C 14 s aydınlık, 15°C 10 saat karanlık, PAR 73.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) semizotunun çimlenme, büyüme ve nitrat içeriğine etkilerini belirlemek için yürüttükleri 3 farklı yüzen su kültürü çalışmasında, besin solüsyonu reçetesi olarak 1.5 mmol/L NO_3^- , 2.0 mmol/L H_2PO_4^- , 1.75 mmol/L Ca^{2+} , 3.75 mmol/L K^+ ve 0.72 mmol/L Mg^{2+} ve mikro element olarak 3.0 mmol/L Nutromix 10 (Biagro S.L., Valencia, Spain) kullanmışlardır (EC:1.6 dS/m). Elde edilen sonuçlar, en yüksek çimlenme oranının 0-12.5 dS/m aralığında olduğunu, 12.5 dS/m tuz seviyesinden sonra çimlenme oranının önemli bir şekilde azaldığını göstermiştir. Tuzluluk kök ve gövde gelişmesini azaltmış, bu azalış düşük ışık yoğunluğu altındaki bitkilerde daha fazla olmuştur. Besin solüsyonu EC değeri 2.5 dS/m'den 15 dS/m'ye çıktığında serada yetiştirilen bitkilerde verim %26 oranında azalmıştır. Bu azalış düşük ışık yoğunluğundaki büyütme kabiniindeki bitkilerde %82.2 olmuştur. Her iki koşulda da nitrat miktarı 5 dS/m tuz koşulundaki bitkilerde yüksek bulunmuş; tuz seviyesi arttıkça azalmıştır. Yürütülen üç denemede de semizotunun nitrat seviyesi Avrupa yönetmeliklerinde marul için belirtilen nitrat sınır değerlerinden düşük bulunmuştur.

Yüzen su kültürü ve ortam kültüründe roka üretiminde oksijen kaynağı olarak kullanılan perasetik asidin (0, 40, 80 mg/L) dozlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada yetiştirme ortamı olarak perlit:torf (1:1) kullanılmıştır. Yaş ve kuru ağırlığın artış gösterdiği doz, her iki kültürde de 40 ve 80 mg/L olarak bulunmuştur (Carrasco et al., 2011).

İspanya'da yüzen su kültüründe yürütülen bir çalışmada, üç farklı çözünmüş oksijen miktarının marulda bitki gelişimi üzerine etkilerini incelenmiştir. Besin solüsyonuna uygulanan yüksek dozdaki oksijenin (7.7-8.6 mg/L) bitkideki büyümeyi olumlu yönde etkilediği ve bitkiyi daha fazla kök ve yapraklar oluşturmaya teşvik ettiği belirlenmiştir. Düşük dozda uygulanan oksijenin (6.8-7.6 mg/L) ise bitkideki büyümeye daha az etki ettiği ancak hiç oksijen uygulanmayan bitkilere göre etkisinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Gülsoylu, 2012).

Jakse et al. (2013), yürüttükleri 2 farklı araştırmada yetiştirme sisteminin rokanın nitrat içeriği ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Birinci

denemede farklı göz hacmine (35 ml ve 60 ml) sahip yetiştirme tepsileri ve farklı gübreleme uygulamaları kullanmışlardır. İkinci denemede yüzen su kültürü sisteminde farklı katı ortamlar (perlite, kil, torf, vermikulit, kayayünü) kullanılmıştır. Araştırmada verim, kalite ve yaprak nitrat içeriği belirlenmiştir. Viyollerdeki gözlerin boyutu rokada verimi belirgin şekilde etkilememiştir. Ancak haftada bir kez 6:12:36 + mikro elementler + doğal biyostimülant ile gübrelenen viyollerin verimi ($2.02-2.21 \text{ kg/m}^2$), sadece suda çözünen gübreler ile gübrelenen viyollerin veriminden ($1.53-1.74 \text{ kg/m}^2$) yüksek olmuştur. En iyi verim sırasıyla vermikulit ve perlite ortamından 20 ml gözlü viyollerden (2.13 ve 1.89 kg/m^2) alınmıştır. Rokada yüzen su kültüründe farklı ortamların kullanımı kuru madde içeriğinde (ort. %13.7) farklılığa yol açmamıştır. Ancak, torfta büyütülen rokaların kuru maddesi (%19.1) daha yüksek olmuştur. Ölçümden bir gün önce alınan ve besin solüsyonundan alınıp çeşme suyunda 10 gün tutulan viyollerdeki roka yapraklarının nitrat içeriği $52-634 \text{ mg NO}_3/\text{kg}$ taze ağırlıktan $4288-6764 \text{ mg NO}_3/\text{kg}$ taze ağırlık değerine düşürülmüştür.

Duyar and Kılıç (2016), yürüttükleri bir çalışmada kısa dönem yetiştiricilikte roka ve maydanozu yüzen su kültüründe kültüre almışlar; besin solüsyonu konsantrasyonunun azaltılmasının verim, kalite ve yaprak besin içeriğine etkisini belirlemişlerdir. Çalışma 2010-2011 yıllarında ilkbahar ve sonbahar aylarında gerçekleştirilmiştir. Kontrol uygulaması olarak Hoagland'ın tam doz [(mM) 12 N- NO_3 , 3.8 NH_4 , 2.8 P, 8.4 K, 3.5 Ca, 1.4 Mg, 9.5 Na, 8.0 Cl, 2.7 S, 0.04 Fe)] besin solüsyonunu ve bu solüsyonun da besin elementlerinin miktarının %50 azaltılmış hali (yarım doz) kullanılmıştır. Toplam verim her iki yetiştirme sezonunda da sırasıyla rokada $975.81-1612.15 \text{ g/m}^2$ ve maydanozda $875.50-1093.50 \text{ g/m}^2$ olarak değişmiştir. Elde edilen sonuçlar yüzen su kültürü sisteminde roka ve maydanozun başarılı bir şekilde yetiştirildiğini; besin solüsyonu dozunun azaltılabileceğini göstermiştir. Yarım doza kıyasla tam doz uygulaması toplam verimde sonbahar ve ilkbahar döneminde sırası ile %13.7 ve 24.8 oranında artış sağlamıştır. Besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça vitamin C, kuru ağırlık, nitrat, EC ve pH değerlerinde artış görülmüş, fakat maydanozun vitamin C değeri azalış göstermiştir. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde yarım doz kullanımının verimi azalttığı ancak gübre kullanımında tasarruf edildiği ve

böylece gübre kullanımı nedeni ile çevrede meydana gelen negatif etkinin azaltıldığı bildirilmiştir.

Kotsiras et al. (2016), yüzen su kültüründe yetiştirilen Lollo rosso tipi 'Carmesi', Batavia tipi 'Dragone', Butterhead tipi 'Gemmaverde' marul çeşitlerinin hasatsonu kalitesinde, farklı hasat uygulamaları (köksüz, 1/3 köklü, tam köklü) ve depolama koşullarının etkileri araştırmışlardır. Farklı hasat uygulamaları tüm marul çeşitlerinde raf ömrü, nispi yaş ağırlık ve dış görünüş özelliklerine etki etmiştir. Geleneksel hasat (köksüz) yöntemine kıyasla köklü şekilde hasat edilen marulların raf ömrü Carmesi çeşidinde 20.8, Gemmaverde çeşidinde 16.6, Dragone çeşidinde 26 güne çıkmıştır. Köklü hasat edilen marulların nispi yaş ağırlıkları %96.86 ile %113.77, geleneksel şekilde hasat edilen marulların ise %79.06 ile %87.51 arasında değişmiştir. Köklü ve köksüz şekilde hasat edilen marulların yaprak rengi ve klorofil içeriği depoda 28 gün sonra bile değişim göstermemiştir. Araştırmacılar kalitede herhangi bir azalma olmadan köklü şekilde hasat edilen marulların 4-5°C'de uzun süre depolanabileceğini ve bunun ticari paketleme için bir avantaj olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2016-2017 yılları arasında kış-erken ilkbahar dönemlerinde, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü (Bornova-İzmir)'ne ait sebze araştırma serasında yürütülmüştür.

3. 1. Materyal

3. 1. 1. Sera

Araştırmanın yürütüldüğü sera (Richel, Fransa); 1996 yılından bu yana topraksız tarım çalışmalarının yürütüldüğü, yay çatılı, PE örtülü, yan ve çatı havalandırmaları net ile kaplı ve çift tünelli bir sera olup, 800 m² (16.5 x 50 m) büyüklüğündedir. Çatı yüksekliği 4 m olup, kuzey-güney doğrultusunda (38°27'17.03''N, 27°14'17.71''E) yerleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü seranın genel görünümü

3.1.2. Bitkisel materyal

Denemede bitkisel materyal olarak rokanın (*Eruca sativa L.*), ‘**Bengi**’ çeşidi (Küçükçiftlik Tohum, Balıkesir), semizotunun (*Portulaca oleracea L.*), ‘**Tunç**’ çeşidi (Küçükçiftlik Tohum, Balıkesir), ıspanağın (*Spinacia oleracea L.*), ‘**Aletta F₁**’ çeşidi (Küçükçiftlik Tohum, Balıkesir) ve kuzukulağının (*Rumex*

acetosa L.), ‘**Merve**’ çeşidi (Arzuman Tohum, Konya) kullanılmıştır (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan tohumlar

Bengi roka çeşidi: Albenisi yüksek, yaprakları düzgün ve uzun, yeşil renkli ve aromatik, rozet gövdeli, ilkbahar ve sonbahar ekimine uygun bir çeşit olup, taze yaprakları salata şeklinde tüketilmektedir. Yaprakları loblu ve kenarları dişli olan bu çeşit, yüksek miktarda C vitamini içermektedir. Ege Bölgesi'nde çok tüketilen bir çeşittir. Rozet gövdeden düzenli olarak yapraklar çıkar ve birinci hasattan sonra oluşan yapraklar parçalı bir yapı kazanır. Uygun koşullarda ekimden 30-40 gün sonra yapraklar hasat edilebilmektedir (www.kucukciftlik.com).

Tunç semizotu çeşidi: Yaprak rengi açık yeşil-sarı, sıcaklara dayanıklı, pazar payı yüksek bir çeşittir. Gövde otsu yapıda olup dik büyümekte, gövde üzerindeki boğumlardan yaprak ve koltuklarından yan sürgünleri çıkmaktadır. Yapraklar yuvarlağa yakın şekilli, etli ve sulu yapıda, yaprak üzeri düz ve parlak olabilmekte ve yaprak yüzeyinde çok hafif mumsu tabaka görülmektedir. Uygun koşullarda ekimden 30-40 gün sonra yapraklar hasat edilebilmektedir (www.kucukciftlik.com).

Aletta F₁ ıspanak çeşidi: Genel görünüşü yaygın, orta derecede dik, çabuk gelişen, gevrek ve geniş yapraklı bir çeşittir. Uzun, oval ve yuvarlak olabilen yaprakları, orta yeşilden, koyu yeşile kadar değişen renk skalasında olabilmektedir. Gövde otsu yapıda ve rozet şeklindedir. Soğuklara dayanıklı bir çeşit olan Aletta F₁ normal bakım şartlarında ekimden itibaren, 60-70 günde hasada gelmektedir (www.kucukciftlik.com).

Merve kuzukulağı çeşidi: Geniş yaprakları koyu yeşil renklidir. Dik ve tüysüz gövdeli, 15-40 cm boyunda, ok biçiminde tüysüz yaprakları olan çok yıllık bir bitkidir. Bol miktarda oksalik asit içeren ekşi yaprakları salata olarak tüketilmektedir. İlkbahar ve sonbahar aylarında ekimi yapılır ve tohum ekiminden 35-40 gün sonra hasat edilmektedir (www.arzumantohum.com).



Roka (*Eruca sativa* L.)



Semizotu (*Portulaca oleracea* L.)



Ispanak (*Spinacia oleracea* L.)



Kuzukulağı (*Rumex acetosa* L.)

Şekil 3.3. Denemeden kullanılan türlere ait görüntüler

3.1.3. Yetiştirme ortamı

Araştırmada, tohum çimlendirme ortamı olarak '**İthal torf**' (Klassman TS1, Klasman-Deilmann GmbH, Geeste, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 3.4).

Torf, su altında ve bataklıklarda yetişen bitkilerin, uzun vejetasyonlar boyunca bıraktıkları artıkların havasız koşullarda parçalanıp birikmesinden oluşmaktadır. Humuslaşma derecesine göre torflar 10 skalaya (H_1 - H_{10}) ayrılmaktadır. Topraksız tarımda humuslaşma derecesi H_1 - H_4 olan torflar

kullanılmaktadır. Torf hafif, su tutma kapasitesi ve kation değişim kapasitesi (100-150 meq/100 g) yüksek bir materyaldir. Atık sorunu yoktur (Göl, 2008).



şekil 3.4. Araştırmada kullanılan fide yetiştirme ortamı ve hazırlanışı

3.1.4. Bitki yetiştirme tekneleri

Yetiştiricilik, boyutları 80×44×19 cm olan, 52 litre hacme sahip yeşil renkli plastik yatay teknelerde (Kod: 464, Aksu Plastik, Sultangazi-İştanbul) yapılmıştır (şekil 3.5). Sisteme havalandırma sağlamak için bir ucu kompresöre bağlı 5 m uzunluğundaki hava hortumu tekneler arasından geğirilmiş ve hortum üzerinde çıkışlar için delikler açılmıştır. Hava hortumu üzerindeki çıkışlar akvaryum hortumu (PE, şeffaf) ile sağlanmış; her çıkıştan 30 cm sonra havalandırma oranını ayarlamak için mini vana kullanılmış, sonrasında 80 cm akvaryum hortumu teknelerin ortasına kadar uzatılmış ve ucuna hava taşı yerleştirilmiştir. Kompresör elektriği zamanlayıcı ile verilmiş; zamanlayıcı 30:30 durma ve çalışma olacak şekilde ayarlanmıştır (şekil 3.6).



şekil 3.5. Araştırmada kullanılan bitki yetiştirme tekneleri



Şekil 3.6. Sistemin kurulumu ve kullanılan ekipmanlar

3.1.5. Kullanılan besin solüsyonu

Araştırmada, kullanılan besin solüsyonu Gül (2008)'e göre hazırlanmıştır. Reçeteye göre besin elementlerinin karşılanmasında, piyasada kolaylıkla bulunabilen ve suda kolayca eriyen gübreler kullanılarak besin solüsyonu hazırlanmıştır. Deneme konusu besin elementi doz uygulamalarından oluşmuş; **"tam doz"** ve makro elementleri %50 azaltılmış **"yarım doz"** ile besin solüsyonu kullanılmayan **"su"** konuları denemeye alınmıştır. Besin solüsyonu reçetesi ve kullanılan gübreler Çizelge 3.1'de; kullanılan sulama suyunun element içeriği, EC ve pH değerleri de Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Bitkilerin ihtiyacı olan besin maddeleri gübrelerin karışabilirlik durumuna göre 50 litre hacimdeki 3 ayrı tankta stok solüsyon (stok A, stok B ve stok C) ve 5 litre hacimdeki bir kaptaki mikro element stok solüsyon (MESS) olarak hazırlanmıştır (Şekil 3.7). Bu stoklarla sera içinde bulunan 200 litrelik ana besleme deposu doldurulmuş ve bu solüsyon ile bitki yetiştirilen tekneler

doldurulmuştur. Elde edilen besin solüsyonunun pH ve EC değerleri sırasıyla 5.5-6.0 ve 2.0-2.5 dS/m düzeyinde tutulmaya çalışılmıştır (Winsor and Schwarz, 1990).

Çizelge 3.1. Besin solüsyonu reçeteleri ve kullanılan kimyasal kaynaklar

Element	Tam doz (mg/kg)	Yarım doz (mg/kg)	Kullanılan kimyasal kaynak	
N	150	75	Amonyum nitrat	NH_4NO_3 (%33 N)
P	50	25	Fosforik asit	H_3PO_4 (%85'lik)
K	150	75	Potasyum nitrat	KNO_3 (%13 N, %46 K)
Ca	150	75	Kalsiyum nitrat	$5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (%15.5 N, %19 Ca)
Mg	50	25	Magnezyum sülfat	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (%10Mg)
Fe	5	5	Demir şelat	$\text{Na}_2\text{Fe-EDTA}$ (%1.5 Fe)
Zn	0.05	0.05	Çinko sülfat	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Mn	0.5	0.5	Mangan sülfat	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
B	0.5	0.5	Borik asit	H_3BO_3
Cu	0.03	0.03	Bakır sülfat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Mo	0.02	0.02	Amonyum molibdat	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Çizelge 3.2. Kullanılan sulama suyunun element içeriği, EC ve pH değeri

Ölçülen parametre	Değer	Ölçülen parametre	Değer
N (%)	0.07	Fe (mg/kg)	1.43
P (mg/kg)	1.10	Cu (mg/kg)	0.11
K (mg/kg)	1.39	Zn (mg/kg)	0.38
Ca (mg/kg)	127.4	Mn (mg/kg)	0.88
Mg (mg/kg)	45.8	EC (dS/m)	0.93
Na (mg/kg)	29.8	pH	7.35
Cl (mg/kg)	52.0		



Şekil 3.7. Stok ve seyreltik besin çözeltileri

3.2. Yöntem

Araştırmada, topraksız yetiştiricilikte su kültürünün bir şekli olan yüzen su kültürü (floating) sistemi kullanılmıştır. Kullanılan sistem ticari uygulamaların küçüğü, kısmen modifiye edilmiş bir şeklidir. Bitki yetiştirme yeri olarak kullanılan teknelerin her biri konusuna ait hazırlanan besin solüsyonu ile (40 L) doldurulmuştur. Su ile beslenecek bitkilerin teknelerine sadece su konulmuştur. Tüm teknelerdeki besin solüsyonu kompresör ile havalandırılmıştır (Şekil 3.8). Kompresör daha önce belirtildiği gibi zamanlayıcı ile 30 dakika çalıştırılıp, 30 dakika durdurulmuştur. Kompresör 24 saat boyunca belirtildiği şekilde çalıştırılmıştır. Besin solüsyonu azaldıkça haftada 1 defa takviye yapılmış ve su tüketimlerini belirlemek adına uygulanan miktarlar kayıt edilmiştir.



Şekil 3.8. Besin solüsyonu doldurulmuş yetiştirme teknelerinin ve havalandırma sisteminin genel görünüşü

Denemede ebatları en x boy x yükseklik sırası ile 66.5 x 33.5 x 4.9 cm, göz ebatı ise 26 x 26 x 45 mm (17 cc) olan 210'luk köpük viyoller (Kar-Viyol, Antalya) kullanılmış, tohum ekimleri elle, viyol gözlerine doldurulan ithal torf ortamına her göze 1 adet tohum gelecek şekilde (m^2 'ye 1.5 g tohum) yapılmıştır (Şekil 3.9). Gözlere düşen fazla tohumlar çıkış sonrası seyreltilmiştir. Denemede m^2 'de 957 bitki yer almıştır.



Şekil 3.9. Tohum ekimi işlemleri ve çimlendirme odasına konulan viyoller

Art arda yapılan denemelerde 24.11.2016 (1. deneme) ve 21.02.2017 (2. deneme) tarihlerinde tohum ekimi yapılmıştır. Tohum ekiminden sonra ortamlar nemlendirilip viyoller streç film ile kaplanmış ve çimlendirme odasına konulmuştur. Viyoller çimlendirme odasında (karanlıkta, 18-20°C ve %80 nem) türe göre 3-5 gün tutulduktan sonra; adaptasyon serasına alınıp (Şekil 3.9 ve 3.10) gerçek yapraklar çıkana kadar burada tutulmuştur. Bu süre içerisinde gerektiğinde seradaki boom sistemi ile fidelere sadece su verilerek sulama yapılmıştır.



Şekil 3.10. Fidelerin adaptasyon serasında görünümü

Adaptasyon serasında 1-2 adet gerçek yapraklarını oluşturan fideler bitünel serada su kültürü sistemine aktarılmışlardır (Şekil 3.11). Su kültürüne her bir konu ve tür için 2 viyol konulmuştur. Bir viyol 2 tekerrür olarak (n=105) düşünülmüş ve her bir konuda tür bazında 4 tekerrür kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Bitkilerin su kültürüne aktarıldığı ve gelişim anındaki görüntüsü

Birinci ve ikinci denemeye ait üretim takvimi Çizelge 3.3'de verilmiştir. Roka, ıspanak, kuzukulağı ve semizotu su kültürüne aktarıldıktan sonra sırası ile 1. denemede 26, 33, 43 ve 62 gün, 2. denemede ise 17, 20, 20 ve 18 gün sonra ilk hasatları yapılmıştır. Birinci denemede roka 60, ıspanak 59, kuzukulağı 79, semizotu 85 gün su kültüründe kalırken, 2. denemede roka 35, diğer türler 38 gün kalmışlardır. Üretim 1. dönemde roka ve ıspanakta 07.02.2017, kuzukulağında 20.02.2017, semizotunda 03.03.2017 tarihinde; 2. dönemde rokada 14.04.2017, diğer türlerde 17.04.2017 tarihinde sonlandırılmıştır.

Çizelge 3.3. Denemeye ait üretim takvimi

Dönem	Tohum ekimi ve çimlendirme odasına koyma	Adaptasyon serasına alma	Su kültürüne aktarma	Bitki sökümü
1. Deneme	24.11.2016	28.12.2016	07.12.2016	07.02-03.03.2017
2. Deneme	21.02.2017	25.02.2017	10.03.2017	14-17.04.2017

3.2.1. Yapılan ölçüm ve analizler

3.2.1.1. Sera içi iklim verileri

Araştırma süresi boyunca sera içi sıcaklık, nem ve solar radyasyon değerlerine ilişkin iklim verileri 10'ar dakikalık aralıklar ile toplanmıştır. Meteorolojik verileri ölçmek amacıyla algılayıcılar (Delta-T Devices) ve veri kaydediciler (Delta-T Devices; GP1 ve DL3000) (Şekil 3.12) kullanılmıştır. Her iki döneme ait veriler haftalık maksimum, minimum ve ortalama değerler olarak sunulmuştur.



Şekil 3.12. Meteorolojik verileri algılayıcı ve veri kaydediciler

3.2.1.2. Besin solüsyonu sıcaklığı

Besin solüsyonu sıcaklığının ölçülmesinde manuel termometreden yararlanılmıştır. Solüsyon içine batırılan termometredeki sıcaklık değerleri gün içerisinde sabah, öğlen ve akşam okumaları şeklinde °C olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3. Bitki gelişimi ile ilgili ölçümler

Su kültürüne aktarılan bitkiler ilk hasat olgunluğuna geldiklerinde (1. denemede roka 03.01.2017, ıspanak 10.01.2017, kuzukulağı 19.01.2017, semizotu 08.02.2017; ikinci denemede roka 27.03.2017, semizotu 28.03.2017, kuzukulağı 30.03.2017, semizotu 30.03.2017) her konunun her tekerrüründen homojen yapıda 40 örnek bitki seçilerek (10 bitki/tekerrür) bitki gelişimi ile ilgili aşağıda belirtilen ölçümler yapılmıştır:

Yaprak kalınlığı (mm): Tekerrürdeki bitkilerde yaprak kalınlıkları mikrometre (Mitutoyo, IP65, Japonya) ile ölçölüp (Şekil 3.13), ortalama değler mm olarak verilmiştir.



Şekil 3.13. Roka bitkisinde mikrometre ile yaprak kalınlık ölçümü

Gövde çapı (mm): Dijital kumpas yardımı ile bitki boyunun yarısına denk gelen kısımda gövde kalınlığı ölçölmüş (Şekil 3.14) ve sonuçlar mm olarak verilmiştir.



Şekil 3.14. Roka bitkisinde gövde kalınlığı ölçümü

Bitki boyu (cm): Köklerin başlangıç noktasından bitki yapraklarının en uç noktasına kadar olan kısım şerit metre yardımı ile ölçölmüş (Şekil 3.15) ve ortalama sonuçlar cm olarak verilmiştir.

Kök boyu (cm): Bitki kökleri torflarından yıkandıktan sonra ilk kökün çıktığı noktadan en uç kısmına kadar olan uzunluğu şerit metre yardımı ile ölçölmüş (Şekil 3.16) ve ortalama sonuçlar cm olarak verilmiştir.



Şekil 3.15. Kuzukulağı bitkisinde gövde uzunluğu ölçümü



Şekil 3.16. Roka bitkisinde kök uzunluğu ölçümü

Bitki yaş ve kuru ağırlığı (g/bitki): Alınan bitkilerin kök ve üst aksam yaş ağırlıkları hassas terazi ile tartılıp 65 °C etüvde kurutulduktan (Şekil 3.17) sonra kuru ağırlıkları alınmış; elde edilen veriler yaş ve kuru ağırlık (g) ve kuru yüzdesi (%) olarak verilmiştir.



Şekil 3.17. Yaş ve kuru ağırlıkları hesaplamaları için etüvde kurutulan roka bitkileri

3.2.1.4. Verim ile ilgili ölçümler

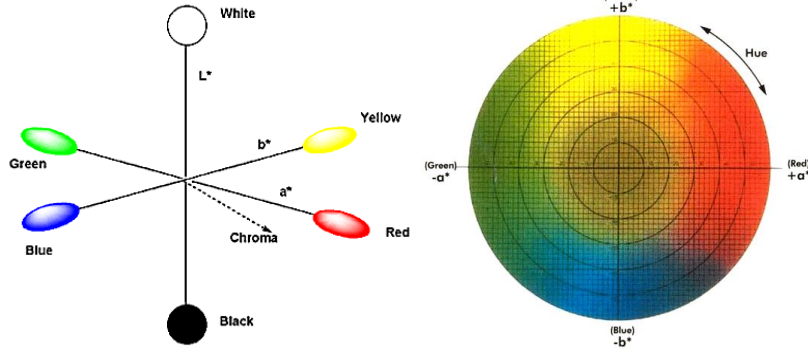
Hasatlara 1. denemede rokada 03.01.2017, ıspanakta 10.01.2017, kuzukulağında 19.01.2017 ve semizotunda 22.02.2017 tarihinde, 2. denemede ise rokada 27.03.2017, ıspanakta 28.03.2017, kuzukulağı ve ıspanakta 30.03.2017 tarihinde başlanmış ve birer hafta ara ile her türde 3 hasat yapılmıştır. Her hasatta bitkilerin tekrar yaprak verebilmesi için biçme işlemleri büyüme ucu üzerinden (Şekil 3.18) yapılmıştır. İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her tekerrürden hasat edilen bitkiler ayrı ayrı tartılmış; hasat başına verimler ile toplam verim değeri (g/m^2) bulunmuştur.



Şekil 3.18. Hasat anından görüntüler

3.2.1.5. Kalite analizleri

Yaprak rengi: Her tekerrürden rastgele seçilen 10 bitki yaprağının rengi Minolta CR-300 renk ölçerle L, a*, b* olarak ölçülmüştür (Şekil 3.19 ve 3.20). Bu sistemde, renkler üç boyutlu küresel bir uzayda nokta olarak belirlenirler. L, siyah:0'dan beyaz:100'a olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu, a ve b ise L'ye dik bir renk düzleminde rengi belirler. Eksenin tam ortasında renk (a=0, b=0) renksiz (gri-akromatik)'dir. Yatay ekseninde pozitif a kırmızıyı, negatif a yeşili; dikey eksenindeki pozitif b sarıyı ve negatif b ise maviyi göstermektedir. Rengin temel bileşenlerini (kırmızı, sarı, mavi ve yeşil) belirleyen Hue° ve rengin doygunluğunu, canlılığını belirleyen Croma° değerleri a* ve b* üzerinden hesaplanarak elde edilmiştir (Mc Guire, 1992).



Şekil 3.19. Minolta CR-300 renk ölçere ait L, a*, b* diyagramları



Şekil 3.20. Yapraklarda renk okuma

Klorofil (SPAD): Her tekerrürden 10 bitkide yaprak rengi klorofil metre (SPAD-502Plus, Japonya) ile ölçülüp (Şekil 3.21), ortalama değerler SPAD değeri olarak verilmiştir.



Şekil 3.21. Kuzukulağı bitkisinde klorofil metre ile yaprak klorofil içeriğinin belirlenmesi

Toplam klorofil içeriği (mg/g): Bitki yapraklarından alınan 1 g örnek, 25 ml %85'lik asetonda homojenizatör (Ika Ultra-Turrax T18 Basic, Almanya) ile parçalandıktan sonra kahverengi balon jojelere siyah renkli filtre kağıdı (No: 409) yardımı ile süzölmüş; süzöklörün bekletilmeden spektrofotometrede (Varain Bio 100, Avusturalya) 652 ve 663 nm dalga boyunda absorbansları okunmuştur. Yapraklarda saptanan klorofil değörleri mg/g olarak verilmiştir (Arnon, 1949).

NO₃ analizi (mg/kg): 1 g yaprak örneği blenderda 20 ml saf su ile parçalanarak süzölmüş süzök 10 kat seyreltilerek alınan 0.5 ml örneğe %5'lik salisilik asit ve 4N sodyum hidroksit ile ilave edilip vortekslendikten sonra spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda okunmuştur. Aynı işlemler standartlar için de yapılmış, örneklörde okunan absorbans değörleri, standartlardan elde edilen eğri yardımıyla nitrat miktarlarına çevrilmiş ve sonuçlar mg/kg taze ağırlık olarak verilmiştir (Cataldo et al., 1975).

Vitamin C (mg/100 g): Bitki yapraklarından alınan 12.5 g örnek 50 ml oksalik asit ile waring blenderda parçalanarak kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Yaprak suyundan alınan örneğe 1/9 oranında %1'lik oksalik asit stabilize maddesi ilave edilmiş ve alınan 1 ml örnek %0.0012'lik hazırlanan 2-6 diklorofenlindefenol boya maddesi ile renklendirilerek spektrofotometrede (VARIAN) 518 nm dalga boyunda absorbans değörleri olarak okunmuştur. Aynı okumalar standart askorbik asit çözeltilerinden ve stabilize madde ile hazırlanmış standart çözeltilerden ölçölerek standart eğrileri hazırlanmıştır. Örneklörde okunan absorbans değörleri, standart eğri yardımıyla vitamin C miktarlarına çevrilmiş ve sonuçlar 100 g yaprakta mg olarak verilmiştir (Pearson, 1970).

3.2.1.6. Element analizleri

Yetiştirme dönemi ortasında alınan bitki örneklörleri kök ve üst aksama ayrılarak 65 °C'ye ayarlı etüvde kurutulduktan sonra, öğütölmüş ve elenmiş (Şekil 3.22), elenen örneklörde N, P, K, Ca, Mg ve Fe element içerikleri belirlenmiştir. Bunun için 1 g kuru örnek tartılarak nitrik:perklorik asit karışımında (4 kısım HNO₃ + 1 kısım HClO₄) yaş yakılmış, P Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak; K ve Ca alev fotometresinde; Mg ve Fe atomik absorbsiyon

spektrofotometresinde okunmuştur. Toplam N ise modifiye Kjeldahl yöntemiyle tespit edilmiştir. Sonuçlar kuru maddede % ve mg/kg olarak hesaplanmıştır (Kacar, 1972).



Şekil 3.22. Yaprak element analizi için analize hazırlanan örnekler

3.2.1.7. Bitki su tüketimi

Dönem başında konularına göre teknelere 40 litre besin solüsyonu ve su konulmuş ve yetiştirme dönemi boyunca sadece eksilen kısmı tamamlanmış; konulan besin solüsyonları ve su miktarı kayıt edilmiştir. Dönem sonunda teknelerden atılan su miktarı da hacimleri ölçülerek seradan uzaklaştırılmıştır. Bitki su tüketimleri uygulanan - atılan besin solüsyonu miktarının teknedeki bitki sayısına bölünmesi ile (L/bitki) elde edilmiştir.

3.2.1.8. Besin solüsyonu EC ve pH değeri ölçümleri

Haftada 2 kez teknelerden alınan besin solüsyonu ve su örneklerinin, elektriksel geçirgenliği (EC) ve pH ölçümleri yapılmıştır. Besin solüsyonunun EC (Mettler Toledo MC-126) ve pH'sı (Mettler Toledo marka Seven Easy) taşınabilir EC ve pH metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.23). Yetiştirme süresi boyunca elde edilen EC ve pH verilerinin haftalık değişim grafikleri verilmiştir.



Şekil 3.23. EC ve pH ölçümü ve kullanılan metreler

3.2.1.9. İstatistiksel değerlendirme

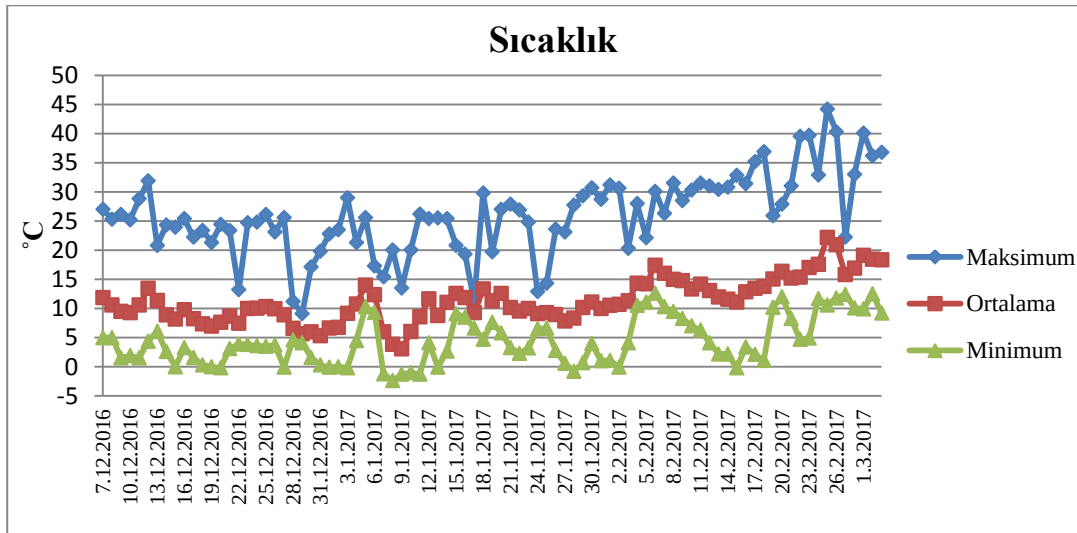
Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlı kurulmuş; her tür kendi içerisinde dönem (1. ve 2. dönem) ve besin solüsyonu dozu (tam doz, yarım doz ve su uygulaması) altında iki faktörlü olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere bilgisayarda JMP (sürüm 5.0.1) istatistiksel analiz paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. F testine göre *öd* değeri istatistiksel anlamda önemsiz, * değeri alfa %5 seviyesinde önemli ($P \leq 0.05$) ve ** değeri alfa %1 seviyesine göre önemli ($P \leq 0.01$ veya $P \leq 0.001$) olarak belirtilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde Tukey testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar önem derecesi üzerinden yorumlanmış, önemsiz çıkan sonuçlar üzerinde durulmamıştır.

4. BULGULAR

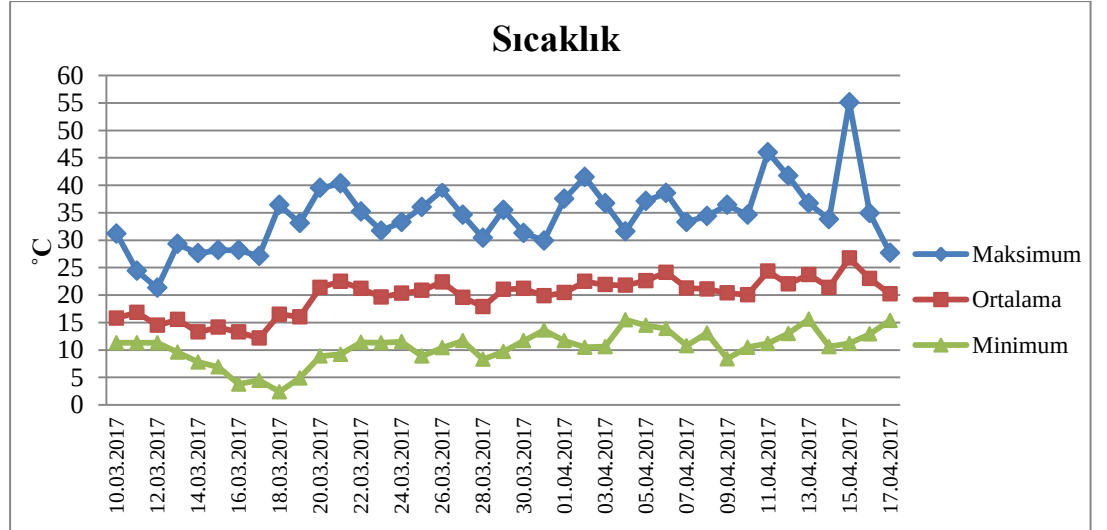
4.1. Sera İçi İklim Verileri

Her iki yetiştirme periyodu boyunca sera içinde ölçülen sıcaklık değerleri (Şekil 4.1 ve 4.2)' de verilmiştir. Şekillerden de anlaşılacağı üzere 2. yetiştirme döneminde sera içi sıcaklıklar daha yüksek olmuş; minimum sıcaklık değerleri 1. dönemde -2.4 ile 12.6°C (ort. 4.4°C), 2. dönemde 2.4 ile 15.6°C (ort. 10.5°C) arasında, ortalama sıcaklık değerleri 1. dönemde 3.0 ile 22.2°C (ort. 11.3°C), 2. dönemde 12.1 ile 26.7°C (ort. 19.8°C) arasında, maksimum sıcaklık değerleri ise 1. dönemde 9.1 ile 44.2°C (ort. 26.0°C), 2. dönemde 21.3 ile 55.1°C (ort. 34.4°C) arasında değişmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).

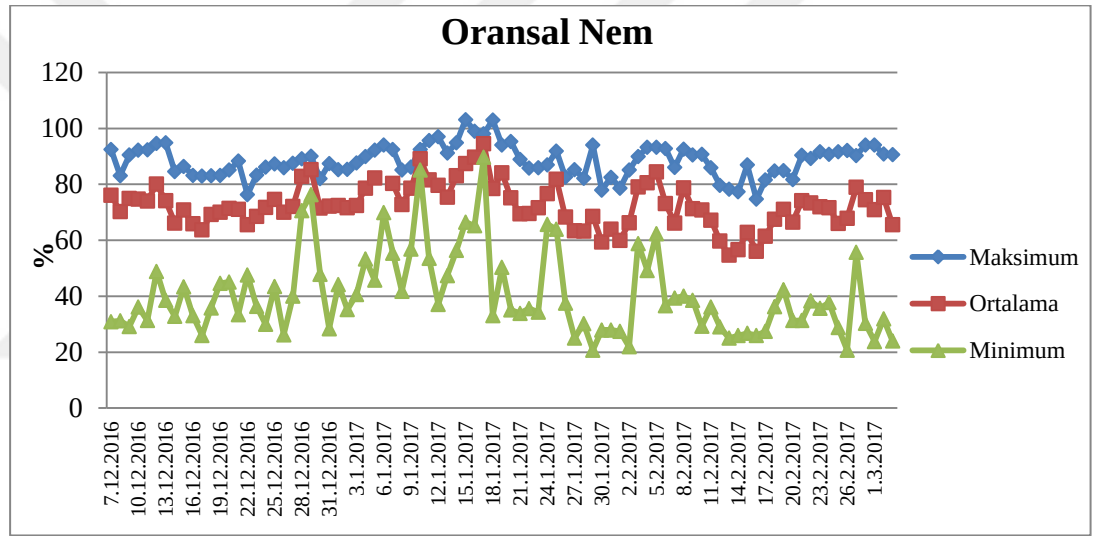
Sera içi oransal nem %60-80 arasında tutulmaya çalışılmıştır. Ancak elde edilen değerler, 1. dönemde minimum %20.7-89.7 (ort. %40.5), maksimum %74.7-103.1 (ort. %88.4), ortalama %54.6-94.5 (ort. %72.5) arasında değişirken; 2. dönemde minimum %12.7-58.9 (ort. %25.1), maksimum %74.4-96.9 (ort. %85.2), ortalama %43.7-79.0 (ort. %61.1) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.3 ve 4.4).



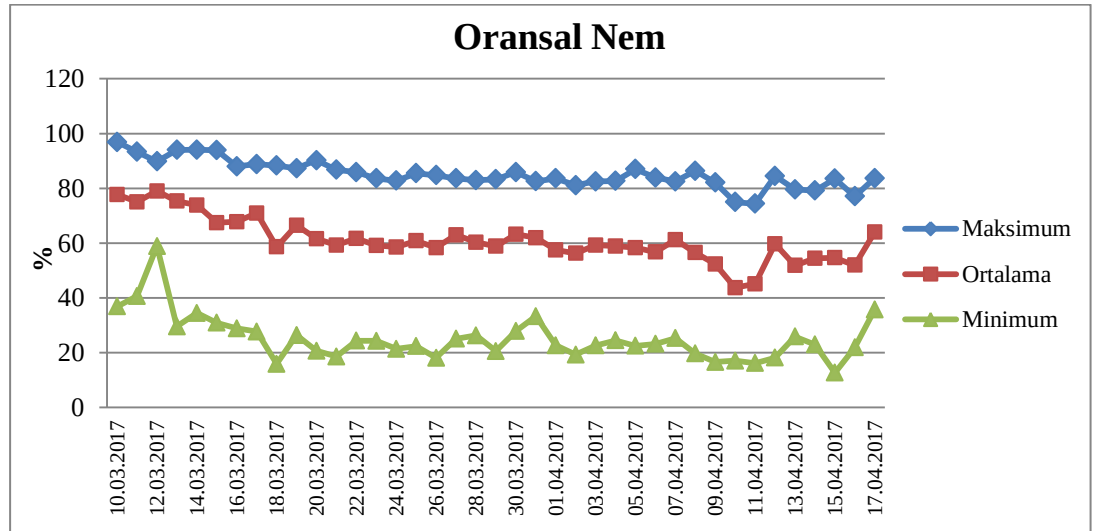
Şekil 4.1. Sera içi sıcaklık değerleri (1. dönem)



Şekil 4.2. Sera içi sıcaklık değerleri (2. dönem)

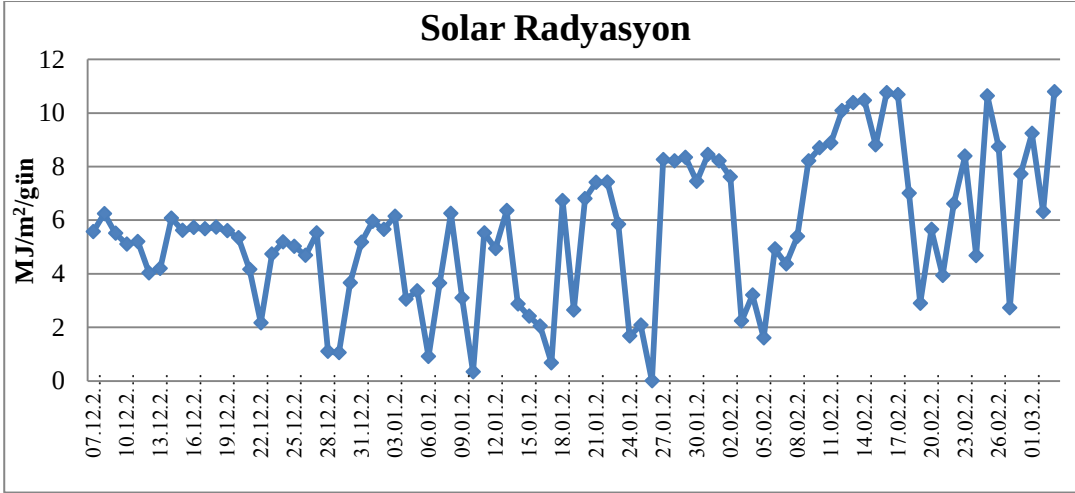


Şekil 4.3. Sera içi oransal nem değerleri (1. dönem)

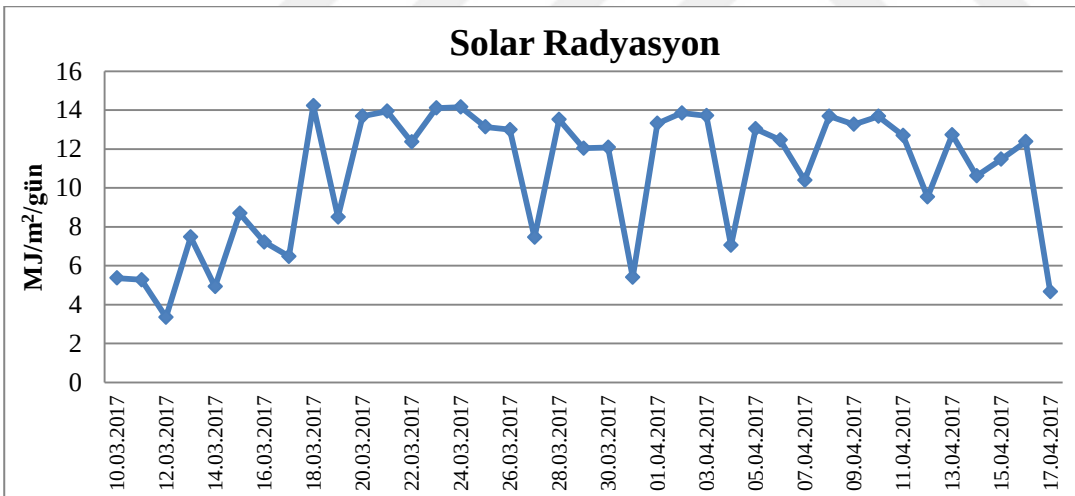


Şekil 4.4. Sera içi oransal nem değerleri (2. dönem)

Yetiştirme dönemlerinde ölçülen solar radyasyon değerleri, 1. dönemde minimum 0.00, maksimum 10.80, ortalama 5.55 MJ/m²/gün; 2. dönemde minimum 3.35, maksimum 14.23 ve ortalama 10.64 MJ/m²/gün olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.5 ve 4.6).



Şekil 4.5. Sera içi solar radyasyon değerleri (1. dönem)



Şekil 4.6. Sera içi solar radyasyon değerleri (2. dönem)

4.2. Besin Solüsyonu Sıcaklığı

Besin solüsyonunda daldırılan ve sürekli solüsyon içinde tutulan termometre üzerinden elde edilen sıcaklık değerleri, 1. dönemde besin solüsyonu sıcaklığının 3.5 ile 32.0°C arasında değiştiğini, ortalama 10.7 °C olduğunu; 2. dönemde ise hava sıcaklığına bağlı olarak besin solüsyonu sıcaklığının yükseldiği ve değerlerin

minimum, maksimum ve ortalama olarak sırası ile 9.2, 37.5 ve 20.0 °C olduğunu göstermiştir.

4.3. Roka Yetiştiriciliğine Ait Bulgular

4.3.1. Bitki gelişim ve biyomas değerleri

Yetiştirme döneminin yaprak kalınlığı, gövde çapı, bitki boyu ve kök boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İkinci dönemde elde edilen bulgular ölçülen bu parametrelerin 1. dönemden daha yüksek olduğunu ve 1. döneme göre sırası ile %16.1, 69.1, 15.8 ve 36.1 oranında artış gösterdiğini ortaya koymuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimi değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak kalınlığı (mm)	Gövde çapı (mm)	Bitki boyu (cm)	Kök boyu (cm)
1. Dönem		0.31 b	1.62 b	13.37 b	26.40 b
2. Dönem		0.36 a	2.74 a	16.06 a	35.94 a
	Tam Doz	0.35	2.33 a	17.53 a	30.81
	Yarım Doz	0.33	2.20 a	16.09 a	30.28
	Yok (Su)	0.34	1.85 b	10.53 b	32.57
1. Dönem	Tam Doz	0.33 bc	1.78 c	16.36 b	25.64 b
	Yarım Doz	0.31 c	1.60 cd	14.74 b	24.14 b
	Yok (Su)	0.30 c	1.35 d	9.03 c	29.70 ab
2. Dönem	Tam Doz	0.37 a	2.89 a	18.71 a	35.98 a
	Yarım Doz	0.35 ab	2.79 a	17.45 a	36.41 a
	Yok (Su)	0.37 a	2.36 b	12.03 bc	35.43 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	**	*	**
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	*	**	<i>öd</i>
	<i>Dönem × Doz</i>	*	*	**	**

Besin elementi dozu yaprak kalınlığında ve kök boyunda önemli bir farklılık göstermezken; gövde çapı ve bitki boyunda istatistiksel farklılık yaratmış ve en yüksek değerler tam ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir. 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 (Çizelge 4.1).

Dönem $\times$ doz interaksyonu bitki gelişim parametrelerini etkilemiştir. İkinci dönem bitki gelişimi ilk döneme göre daha iyi olduğundan interaksyon etkilerinde de ikinci dönem verileri yüksek çıkmıştır. Gövde çapı ve bitki boyu 2. dönem tam ve yarım doz uygulamalarında yüksek bulunurken; yaprak kalınlığı 2. döneme ait tüm uygulamalarda ilk döneme göre yüksek bulunmuştur. Kök boyu 2. dönemin tüm uygulamalarında ve 1. dönem su uygulamasında yüksek olup, aynı istatistiksel önem düzeyinde yer almışlardır. En düşük yaprak kalınlığı, gövde çapı ve bitki boyu 1. dönem su uygulamasında yetiştirilen bitkilerden elde edilirken, en düşük kök boyu 1. dönemde tam ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Yetiştirme döneminin yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlık ile kuru ağırlık yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak biyomas değerleri ile kök kuru ağırlık ve yüzdesi 2. dönemde, kök yaş ağırlığı 1. dönemde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki biyoması üzerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak			Kök		
		yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)	yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)
1. Dönem		1.68 b	0.12 b	7.14 b	0.33 b	0.014 b	4.70 b
2. Dönem		2.87 a	0.27 a	9.40 a	0.44 a	0.048 a	16.25 a
	Tam Doz	2.57 a	0.21 a	8.17 b	0.48 a	0.043 a	8.49 a
	Yarım Doz	2.47 a	0.22 a	8.90 b	0.41 ab	0.035 ab	8.41 a
	Yok (Su)	1.26 b	0.14 b	11.11 a	0.27 b	0.016 b	6.05 ab
1. Dönem	Tam Doz	1.97 b	0.14 bc	7.10 c	0.41 ab	0.020 c	4.88 b
	Yarım Doz	1.66 b	0.12 c	7.22 bc	0.36 ab	0.016 c	4.67 b
	Yok (Su)	1.11 b	0.09 c	8.10 bc	0.22 b	0.007 c	3.18 b
2. Dönem	Tam Doz	3.17 a	0.27 a	8.51 bc	0.55 a	0.066 a	12.10 a
	Yarım Doz	3.29 a	0.31 a	9.77 b	0.45 ab	0.055 ab	12.15 a
	Yok (Su)	1.41 b	0.19 b	13.47 a	0.32 ab	0.024 bc	8.92 ab
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	**	**	*	**	**
	<i>Doz</i>	**	**	**	*	*	*
	<i>Dönem $\times$ Doz</i>	*	*	*	*	*	*

Kök kuru ağırlığı hariç besin elementi dozunun diğer yaş ve kuru ağırlık değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Yaprak yaş ve kuru ağırlığı tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında önemli bir farklılık göstermemiş ve aynı

istatistiksel grupta yer almıştır. Yaprak yaş ağırlığında su uygulaması yarım doz uygulamasına göre %48.9 azalış gösterirken, tam doza göre %50.9 azalış göstermiştir. Yaprak kuru ağırlık yüzdesinde ise su uygulaması tam doz ve yarım doz uygulamasına göre daha yüksek bulunmuş olup, tam doza göre %35.9, yarım doza göre %24.8 artış göstermiştir. Kök yaş ve kuru ağırlığı ile kuru ağırlık yüzdesi besin solüsyonunda doz azaldıkça azalmıştır (Çizelge 4.2).

İkili interaksiyon tüm biyomas verileri üzerine önemli bir etki yaratmıştır. İkinci dönemde yaprak yaş ve yaprak kuru ağırlığı tam doz ve yarım doz uygulamalarında yüksek olup, aynı istatistiki grupta yer almıştır. Yaprak kuru ağırlık yüzdesinde en iyi sonucu 2. dönem $\times$ su uygulaması vermiştir. Kök yaş ve kuru ağırlığında 2. dönem $\times$ tam doz uygulaması en iyi sonucu verirken, besin solüsyonunda gübre dozu azaldıkça dönem içlerinde kök ağırlıkları ve kuru ağırlık yüzdesi azalmıştır (Çizelge 4.2).

4.3.2. Verim değerleri

Roka yetiştiriciliğinde 1. dönemde 03.01.2017, 26.01.2017 ve 07.02.2017 tarihlerinde, 2. dönemde 27.03.2017, 07.04.2017 ve 14.04.2017 tarihlerinde üçer hasat yapılmıştır. Dönem ve besin elementi doz uygulamasının 1., 2. ve 3. hasatlardan elde edilen verim ile toplam verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Verim değerleri ilk hasatta en yüksek olmuş, hasat süresi arttıkça verimde düşmeler görülmüştür. Birinci dönemde 1. hasada göre azalış 2. hasatta %48, 3. hasatta %49.0 olurken 2. dönemde bu azalışlar sırası ile %27.2 ve 36.4 olmuştur. İkinci dönemde ilk üç ve toplam dönemden elde edilen verim değerleri, 1. dönemden elde edilenden yüksek bulunmuştur. Toplam verim 2. dönemde birinci dönemden %50.9 fazla olmuştur (Çizelge 4.3).

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 (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan verim değerleri ile toplam verim değeri üzerine etkileri

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	1. hasat verimi (g/m ²)	2. hasat verimi (g/m ²)	3. hasat verimi (g/m ²)	TOPLAM VERİM (g/m ²)
1. Dönem		1187.3 b	617.3 b	599.7 b	2404.3 b
2. Dönem		1536.0 a	1117.3 a	976.1 a	3629.4 a
	Tam Doz	1661.1 a	1061.7 a	1095.1 a	3817.9 a
	Yarım Doz	1321.0 ab	933.2 a	714.7 b	2968.9 ab
	Yok (Su)	844.1 b	346.6 b	320.0 c	1510.7 b
1. Dönem	Tam Doz	1413.3 b	660.7 c	898.3 b	2972.3 bc
	Yarım Doz	1123.3 bc	722.7 bc	501.0 c	2347.0 bc
	Yok (Su)	863.2 c	319.5 c	197.0 c	1380.7 c
2. Dönem	Tam Doz	1908.9 a	1462.7 a	1291.9 a	4663.5 a
	Yarım Doz	1518.7 ab	1143.8 ab	927.3 b	3589.8 ab
	Yok (Su)	825.0 c	373.7 c	442.0 c	1640.7 c
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	**	**	**
	<i>Doz</i>	**	*	**	**
	<i>Dönem × Doz</i>	**	*	*	*

İnteraksiyon etkisi dönem farkından etkilenmiş ve tüm hasat değerleri ve toplam hasat üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek verim değerleri 2. dönem x tam doz uygulamasından elde edilirken, bunu 2. dönem yarım doz uygulaması izlemiş ve en düşük verim değerleri 1. dönem x su uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

4.3.3. Kalite parametreleri

Bitkinin yaprak kısmında yapılan renk ölçümleri incelendiğinde yetiştirme döneminin L, a/b ve Hue° değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuş olup; a*, b* ve Chroma° değerlerinde önemli bir farklılık bulunmamıştır. Her iki dönemde de yaprak renkleri birbirine yakın olmuştur. Birinci yetiştirme döneminde L, a/b ve Hue° değerleri sonbahar dönemine göre sırasıyla %15.0, 3.0 ve 0.5 artış göstermiştir (Çizelge 4.4).

Besin elementi dozu ve dönem × doz interaksiyonunda ölçülen parametreler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Suda yetiştirilen bitkiler daha

büyük a^* , daha düşük b^* ve Chroma° değeri ile besin elementi ilave edilen uygulamalara göre kısmen daha açık renkli yapraklara sahip olmuşlardır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	L	a^*	b^*	a/b	Hue°	Chroma°
1. Dönem		40.36 b	-17.27	25.57	-0.68 b	124.06 a	30.86
2. Dönem		46.44 a	-17.61	26.72	-0.66 a	123.41 b	32.00
	Tam Doz	42.68	-17.56	26.39	-0.67	123.65	31.70
	Yarım Doz	43.83	-17.77	26.77	-0.67	123.62	32.13
	Yok (Su)	43.98	-16.74	24.91	-0.67	123.91	30.01
1. Dönem	Tam Doz	39.82	-17.74	26.53	-0.67	123.77	31.92
	Yarım Doz	40.51	-17.24	25.59	-0.68	124.02	30.86
	Yok (Su)	41.16	-16.60	24.09	-0.69	124.57	29.26
2. Dönem	Tam Doz	45.55	-17.43	26.28	-0.66	123.56	31.54
	Yarım Doz	47.16	-18.16	27.66	-0.66	123.32	33.09
	Yok (Su)	46.80	-16.87	25.73	-0.66	123.26	30.77
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	öd	öd	*	*	öd
	<i>Doz</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd
	<i>Dönem × Doz</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd

Yaprak klorofil (SPAD) değeri üzerine yetiştirme dönemlerinin etkisi önemli bulunmuştur. İkinci dönemde klorofil (SPAD) değeri ilk döneme göre %4.9 oranında daha yüksek bulunmuştur. Besin elementi dozunun klorofil üzerine etkisi önemsiz bulurken, doz × dönem interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur. Her iki dönemde de doz uygulamaları yaprak klorofil içeriğini arttırmış, en düşük klorofil (SPAD) değeri suda yetişen bitkilerden elde edilmiştir. Toplam klorofil uygulamaların ana ve interaksyon etkisinden etkilenmemiş, ancak SPAD değerleri ile uyumlu sonuçlar vermiştir. Besin solüsyonu element içeriği azaldıkça toplam klorofil değeri azalmıştır (Çizelge 4.5).

Roka yapraklarında nitrat içeriği üzerine yetiştirme döneminin etkisi önemsiz çıkarken; besin elementi dozu ve doz × dönem interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur. 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. Benzer durum interaksyon etkisinde de görülmüş, her iki dönemde de en yüksek nitrat içerikleri

tam dozda yetiştirilen bitkilerden elde edilirken, azalış yarım doz ve su uygulaması şeklinde devam etmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Klorofil (SPAD)	Toplam klorofil (mg/g)	Nitrat (mg/kg)	Vitamin C (mg/100 g)
1. Dönem		28.99 b	1.22	3359.7	40.58 a
2. Dönem		30.43 a	1.26	3573.1	29.89 b
	Tam Doz	29.97	1.28	3947.8 a	27.24 b
	Yarım Doz	29.79	1.27	3380.2 ab	36.25 ab
	Yok (Su)	29.03	1.17	2825.3 b	49.19 a
1. Dönem	Tam Doz	29.26 ab	1.25	3789.3 ab	29.02 b
	Yarım Doz	29.14 ab	1.26	3314.9 bc	41.07 ab
	Yok (Su)	28.16 b	1.15	2782.4 c	62.70 a
2. Dönem	Tam Doz	30.68 a	1.32	4106.3 a	25.45 b
	Yarım Doz	30.45 a	1.27	3478.1 abc	31.44 ab
	Yok (Su)	29.91 ab	1.18	2868.3 c	35.67 ab
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	*	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*	*
	<i>Dönem × Doz</i>	*	<i>öd</i>	*	*

Roka yapraklarının vitamin C içeriği yetiştirme döneminden etkilenmiştir. Birinci dönemde elde edilen vitamin C değeri 2. dönemden %35.7 fazla olmuştur. Besin elementi dozunun vitamin C değeri üzerine etkisine bakıldığında ise, su uygulaması en yüksek sonucu verirken bu sıralamayı yarım doz ve tam doz takip etmiştir. Tam doz uygulamasında yaprak vitamin C içeriği su uygulamasına göre %44.6, yarım doz uygulamasına göre %26.3 azalış göstermiştir. İkinci dönem su uygulaması en yüksek yaprak vitamin C içeriğine sahip olurken, en düşük değerler her iki dönemde de tam doz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

4.3.4. Yaprak besin element içeriği

Yetiştirme dönemi ve besin elementi dozunun ana etkisi yaprak N, P, K, Ca, Mg ve Fe element içeriği üzerinde etkisi Mg'da doz uygulaması hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ca elementi hariç diğer tüm elementlerde 1. dönem değerleri 2. döneme göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Besin elementi dozuna göre 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 elementinde ise su uygulaması en yüksek değere ulaşırken tam doz ve yarım doz uygulaması aynı önem düzeyinde yer almıştır. N içeriği %3.68 ile 5.66, P içeriği %0.15 ile 0.84, K içeriği %1.07 ile 6.28, Ca içeriği %1.60 ile 2.96, Mg içeriği %0.39 ile 0.56 ve Fe içeriği 32.50 ile 104.05 mg/kg arasında değişmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)
1. Dönem		5.35 a	0.64 a	4.48 a	1.85 b	0.53 a	87.03 a
2. Dönem		4.35 b	0.43 b	3.10 b	2.30 a	0.48 b	57.70 b
	Tam Doz	5.29 a	0.72 a	5.38 a	1.82 b	0.54	89.65 a
	Yarım Doz	4.84 b	0.68 a	4.77 a	1.81 b	0.50	81.05 a
	Yok (Su)	4.41 c	0.20 b	1.22 b	2.59 a	0.47	46.40 b
1. Dönem	Tam Doz	5.66 a	0.82 ab	6.28 a	1.72 bc	0.52 ab	104.05 a
	Yarım Doz	5.26 b	0.84 a	5.79 a	1.60 c	0.51 ab	96.75 ab
	Yok (Su)	5.14 bc	0.26 d	1.36 c	2.22 b	0.55 a	60.30 cd
2. Dönem	Tam Doz	4.93 c	0.62 bc	4.48 ab	1.92 bc	0.56 a	75.25 bc
	Yarım Doz	4.43 d	0.53 c	3.75 b	2.02 bc	0.48 ab	65.35 c
	Yok (Su)	3.68 e	0.15 d	1.07 c	2.96 a	0.39 b	32.50 d
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	*	*	*	*	**
	<i>Doz</i>	**	**	**	**	<i>öd</i>	**
	<i>Dönem × Doz</i>	**	*	*	*	*	**

İnteraksiyon etkisi yaprak element içeriğini etkilemiş; N, K ve Fe element içeriğinde 1. dönem × tam doz uygulaması, P element içeriğinde 1. dönem tam ve yarım doz uygulaması, Ca içeriğinde 2. dönem su uygulaması en yüksek sonucu vermiştir. Mg elementinde ise 2 dönem × su uygulaması diğer uygulamalardan farklılık göstermiş ve en düşük değere sahip olmuştur (Çizelge 4.6).

4.3.5. Bitki su tüketimi

Deneme konularına aynı oranda su uygulanması planlanmakla beraber yetiştirme dönemi sıcaklıkları ve dönem uzunluklarına göre uygulanan, atılan ve tüketilen su miktarı yetiştirme dönemine göre farklılık göstermiştir. Uygulanan ve dolayısıyla tüketilen su miktarı 2. dönemde daha yüksek olmuştur. Atılan su miktarı ise 1. dönemde en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Rokada farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Uygulanan (L/bitki)	Atılan (L/bitki)	Tüketilen (L/bitki)
1. Dönem		0.326 b	0.163 a	0.163 b
2. Dönem		0.410 a	0.157 b	0.253 a
	Tam Doz	0.382	0.152 b	0.230
	Yarım Doz	0.369	0.159 b	0.210
	Yok (Su)	0.353	0.168 a	0.184
1. Dönem	Tam Doz	0.339 bc	0.154 bc	0.186 bc
	Yarım Doz	0.322 c	0.162 b	0.161 c
	Yok (Su)	0.316 c	0.174 a	0.142 c
2. Dönem	Tam Doz	0.424 a	0.150 c	0.274 a
	Yarım Doz	0.416 a	0.157 bc	0.259 a
	Yok (Su)	0.389 ab	0.163 b	0.226 ab
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	*	**
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	**	*
	<i>Dönem×Doz</i>	*	*	*

Besin elementi dozunun uygulanan su miktarına etkisi önemsiz olup, atılan ve tüketilen su miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Atılan su miktarı su uygulamasında en yüksek değeri (0.168 L/bitki) göstermiş; bu sırayı yarım doz (0.159 L/bitki) ve tam doz uygulamaları (0.152 L/bitki) izlemiştir. Tüketilen su miktarı en fazla tam doz uygulamasından (0.230 L/bitki), en az su uygulamasından (0.184 L/bitki) elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Dönem × doz interaksiyonunun uygulanan, atılan ve tüketilen su miktarları üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

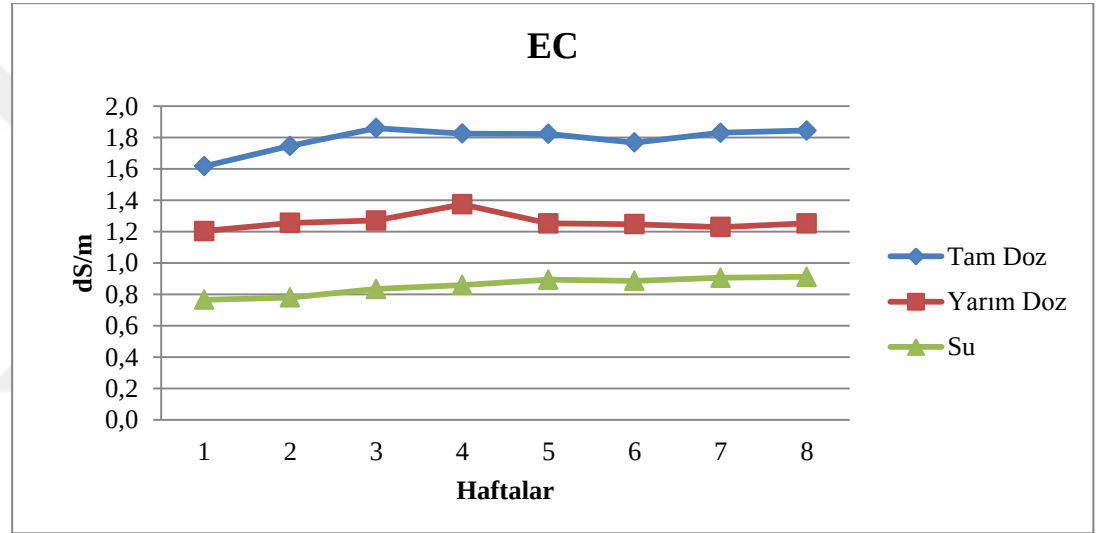
4.3.6. Besin solüsyonu EC ve pH değerleri

Roka yetiştiriciliğinde her iki dönemde de en yüksek EC değeri besin solüsyonuna en fazla gübre ilavesi yapılan tam doz uygulamasından elde edilmiş olup, yarım doz ve su uygulaması bunu takip etmiştir (Şekil 4.7 ve 4.8).

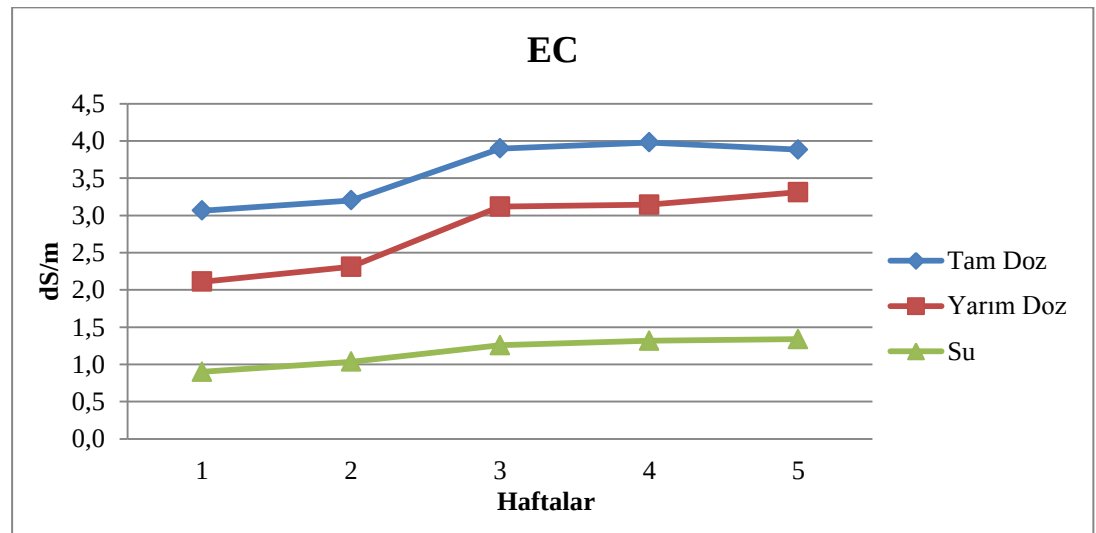
Birinci dönemde uygulanan besin solüsyonu EC değerleri su uygulamasında 0.77-0.91 dS/m, yarım doz uygulamasında 1.20-1.37 dS/m ve tam doz uygulamasında 1.62-1.86 dS/m arasında değişmiştir. İkinci dönemde ise EC değerleri 1. dönemden yüksek olup, su uygulamasında 0.90-1.34 dS/m, yarım doz uygulamasında 2.11-3.31 dS/m ve tam doz uygulamasında ise 3.07-3.98 dS/m

arasında değişmiştir. İkinci dönemde gübre eklenen konularda EC değerlerinde 3. haftadan itibaren artış görülmüştür (Şekil 4.7 ve 4.8).

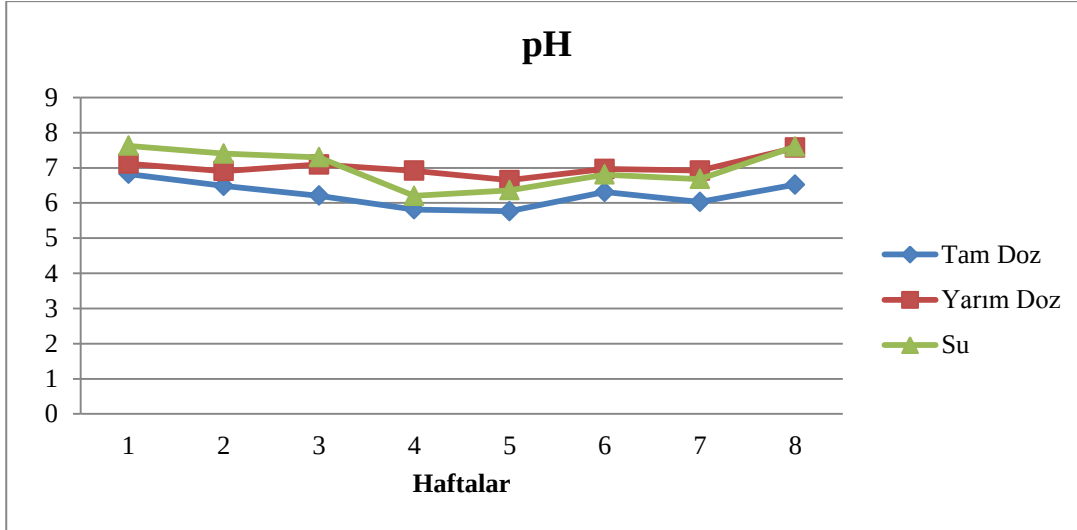
Birinci dönemde besin solüsyonu pH değeri su uygulamasında 6.20-7.63, yarım doz uygulamasında 6.65-7.57 ve tam doz uygulamasında 5.77-6.83 arasında değişmiş; 2. dönemde ise su uygulamasında 7.48-8.13, yarım doz uygulamasında 6.49-7.55 ve tam doz uygulamasında 5.94-7.697 arasında değişiklik göstermiştir. Uygulanan besin solüsyonunun haftalık ölçümlerinde her iki dönemde de en yüksek pH değeri su uygulamasından elde edilirken, tam doz uygulamasında en düşük olmuştur (Şekil 4.9 ve 4.10).



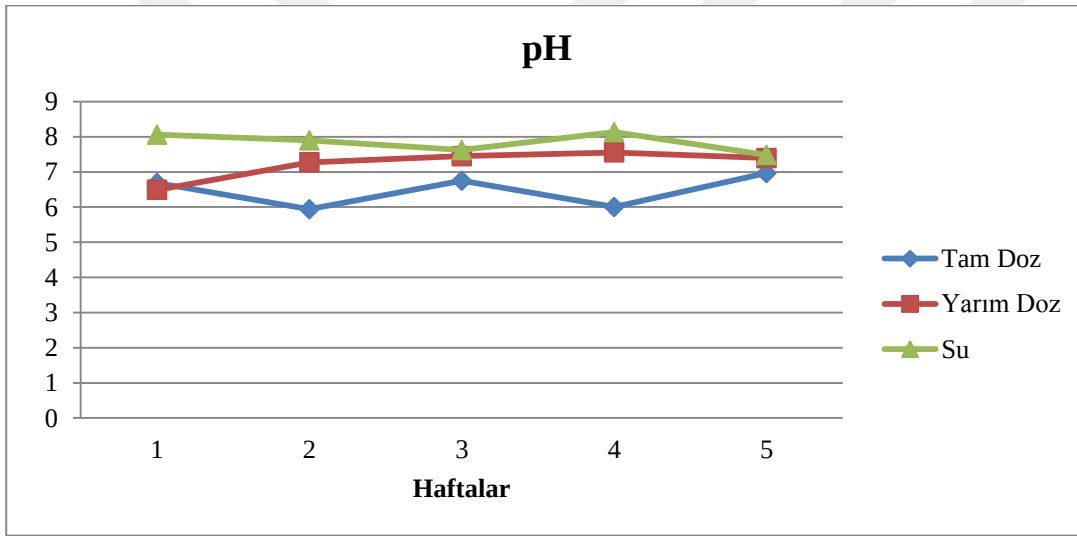
Şekil 4.7. Rokada besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1. dönem)



Şekil 4.8. Rokada besin solüsyonu EC değerlerinin haftalık değişimi (2. dönem)



Şekil 4.9. Rokada besin solüsyonu pH değerlerinin haftalık değişimi (1. dönem).



Şekil 4.10. Rokada besin solüsyonu pH değerlerinin haftalık değişimi (2. dönem)

4.4. Ispanak Yetiştiriciliğine Ait Bulgular

4.4.1. Bitki gelişim ve biyomas değerleri

Ispanak yetiştiriciliğinde yetiştirme döneminin gövde çapı ve kök boyuna; doz ve dönem $\times$ doz interaksiyonunun yaprak kalınlığı, gövde çapı, bitki ve kök boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8)

Çizelge 4.8. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak kalınlığı (mm)	Gövde çapı (mm)	Bitki boyu (cm)	Kök boyu (cm)
1. Dönem		0.43	0.92 b	10.65	27.54 b
2. Dönem		0.41	2.89 a	13.59	32.28 a
	Tam Doz	0.45 a	2.18 a	13.85 a	26.47 b
	Yarım Doz	0.41 ab	2.03 a	13.13 a	29.04 ab
	Yok (Su)	0.40 b	1.10 b	6.62 b	34.22 a
1. Dönem	Tam Doz	0.46 a	1.11 c	11.51 ab	24.26 c
	Yarım Doz	0.41 abc	0.88 cd	11.17 ab	25.32 bc
	Yok (Su)	0.42 abc	0.60 d	7.91 b	33.06 ab
2. Dönem	Tam Doz	0.43 ab	3.24 a	16.20 a	28.68 abc
	Yarım Doz	0.40 bc	3.19 a	15.10 a	32.76 ab
	Yok (Su)	0.37 c	1.60 b	5.34 b	35.39 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	**	<i>öd</i>	*
	<i>Doz</i>	*	**	**	*
	<i>Dönem × Doz</i>	*	**	*	*

Gövde çapı ve kök boyu 2. dönemde daha fazla olmuştur. Tam ve yarım doz besin solüsyonu uygulaması yaprak kalınlığı, gövde çapı ve bitki boyunda aynı istatistiksel grupta yer alıp; su uygulamasına göre söz konusu parametrelerde artış sağlamıştır. Ancak kök boyunda en uzun kök boyu su uygulamasındaki bitkilerden alınmış, yarım doz uygulamasındaki bitkiler ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 4.8).

Dönem × doz interaksiyonu bitki gelişim parametrelerini etkilemiş; yaprak kalınlığı, gövde çapı ve bitki boyunda en düşük değerler her iki dönemde de su uygulamasındaki bitkilerden elde edilmiştir. Kök uzunluğunda ise her iki dönemde en uzun kökler su uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Yetiştirme dönemlerinin yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile kuru ağırlık yüzdesi, kök kuru ağırlığı ve kuru ağırlık yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Biyomas parametrelerde 2. dönemden elde edilen sonuçlar 1. döneme göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak			Kök		
		yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)	yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)
1. Dönem		2.67 b	0.23 b	8.78 b	0.54	0.035 b	5.85 b
2. Dönem		5.66 a	0.64 a	12.83 a	0.57	0.049 a	8.46 a
	Tam Doz	4.96 a	0.52 a	10.12 b	0.60	0.046	7.45
	Yarım Doz	4.85 a	0.48 a	9.58 b	0.55	0.042	6.86
	Yok (Su)	1.20 b	0.17 b	14.63 a	0.51	0.038	7.16
1. Dönem	Tam Doz	3.05 b	0.26 b	8.37 b	0.62	0.037	5.57 cd
	Yarım Doz	2.89 b	0.24 b	8.17 b	0.51	0.035	5.31 d
	Yok (Su)	1.47 b	0.16 b	10.83 b	0.47	0.032	6.68 bcd
2. Dönem	Tam Doz	6.87 a	0.78 a	11.87 b	0.57	0.054	9.32 a
	Yarım Doz	6.82 a	0.72 a	10.99 b	0.58	0.049	8.41 ab
	Yok (Su)	0.94 b	0.17 b	18.44 a	0.55	0.044	7.65 abc
<i>P değerler</i>	<i>Dönem</i>	**	**	**	<i>öd</i>	*	**
	<i>Doz</i>	**	**	**	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>
	<i>Dönem × Doz</i>	*	**	*	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*

Yaprak yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı ile yaprak kuru ağırlık yüzdesi üzerine besin elementi dozunun etkisi önemli bulunmuş olup, kök biyomasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Yaprak yaş ve kuru ağırlığında tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında önemli bir farklılık görülmeyip, aynı istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır. Yaprak yaş ağırlığında su uygulaması yarım doz uygulamasına göre %75.8 azalış gösterirken, tam doza göre %75.2 azalış göstermiştir. Yaprak kuru ağırlık yüzdesinde ise su uygulaması tam doz ve yarım doz uygulamasına göre daha yüksek bulunmuş olup, su uygulaması tam doza göre %44.5, yarım doza göre %52.7 artış göstermiştir. İstatistiksel olarak aralarında önemli bir fark olmasa da kök yaş ağırlığı su uygulaması ile azalmıştır (Çizelge 4.9).

Dönem × doz interaksyonu yaprak biyomaslarını ve kök kuru ağırlık yüzdesini etkilemiştir. İnteraksiyon etkisinden kaynaklı farklılık, dönemsel farklılıktan kaynaklanmış yaprak biyoması 2. dönem değerleri 1. dönemden daha yüksek olmuştur. En yüksek yaprak yaş ve kuru ağırlıkları 2. dönem tam doz ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir. Yaprak kuru ağırlık yüzdesi tersi bir durum göstermiştir. Kök biyomasında ise yaş ağırlıklar dönemsel farklılıktan

etkilenmezken, 2. dönem kuru ağırlık yüzdeleri daha yüksek bulunmuş; en yüksek kök kuru ağırlığı 2. dönem x tam doz uygulamasından alınmıştır (Çizelge 4.9).

4.4.2. Verim değerleri

İspanak yetiştiriciliğinde yetiştirme süreleri boyunca 1. dönemde 10.01.2017, 27.01.2017 ve 07.02.2017 tarihlerinde, 2. dönemde 30.03.2017, 07.04.2017 ve 17.04.2017 tarihlerinde üçer hasat yapılmıştır. Dönem farkının, besin elementi dozunun ve dönem x doz interaksyonunun 1., 2. ve 3. hasatlar ile toplam verime etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. İspanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan verim değerleri ile toplam verim değerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	1. hasat verimi (g/m ²)	2. hasat verimi (g/m ²)	3. hasat verimi (g/m ²)	TOPLAM VERİM (g/m ²)
1. Dönem		1256.2 b	733.9 a	623.3 b	2613.3 b
2. Dönem		1998.7 a	556.0 b	953.3 a	3508.0 a
	Tam Doz	2083.1 a	788.2 a	1041.6 a	3912.8 a
	Yarım Doz	1692.7 a	709.1 a	845.9 a	3247.6 a
	Yok (Su)	585.8 b	229.9 b	166.6 b	982.2 b
1. Dönem	Tam Doz	1461.9 bc	911.1 a	820.9 bc	3193.9 b
	Yarım Doz	1303.7 cd	787.2 ab	655.0 c	2745.9 b
	Yok (Su)	749.6 cd	272.9 c	164.5 d	1187.0 c
2. Dönem	Tam Doz	2704.3 a	665.3 ab	1262.3 a	4631.8 a
	Yarım Doz	2081.6 ab	631.1 b	1036.7 ab	3749.4 ab
	Yok (Su)	422.0 d	186.8 c	168.6 d	777.4 c
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	*	*	*	*
	<i>Doz</i>	**	**	**	**
	<i>Dönem x Doz</i>	*	*	*	*

Verim ilk hasatta 2. ve 3. hasada göre yüksek olmuştur. Birinci dönemde, 1. hasata göre 2. hasattaki azalış %41.5, 3. hasatta ki azalış %50.3 olmuştur. İkinci dönemde ise 1. hasata göre 2. hasattaki azalış %72.1, 3. hasattaki azalış %52.3 olmuştur. İkinci hasat haricinde her hasatta 2. dönemden elde edilen verim değerleri 1. dönemden elde edilenden yüksek bulunmuştur. İkinci dönemde elde edilen verim değerleri 1. döneme göre 1. ve 3. hasatta sırası ile %59.1 ve 52.9 oranında artış göstermiştir. İkinci hasatta ise 2. dönem verimi 1. döneme göre %24.2 azalış göstermiştir. Toplam verim 2. dönemde daha yüksek olmuş ve 1. döneme göre %34.2 artış elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Aynı istatistiksel grupta yer almalarına rağmen besin solüsyonuna ilave edilen besin elementi dozunun tam olduğu uygulamalarda verim daha yüksek olmuş, bunu yarım doz ve besin solüsyonu uygulanmayan suda yetiştirilen bitkiler izlemiştir. Verim azalışı tam doza kıyasla yarım doz ve su uygulamasında 1. hasatta %18.7 ve 71.8; 2. hasatta %10.0 ve 70.8; 3. hasatta %18.8 ve 84.0, toplam verimde %17.0 ve 74.8 olmuştur (Çizelge 4.10).

İnteraksiyon altında 1., 3. ve toplam verimde en yüksek verim değerleri 2. dönem tam doz uygulamasından elde edilirken, 2. hasatta 1. dönem tam doz uygulamasından elde edilmiştir. En düşük verim değerleri her iki dönemde de su uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

4.4.3. Kalite parametreleri

Bitkinin yaprak kısmında yapılan renk ölçümleri incelendiğinde yetiştirme döneminin L, a/b ve Hue° değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuş olup; a*, b* ve Chroma° değerlerinin bundan etkilenmediği görülmüştür. İkinci dönemde yetiştirilen bitkilerin yaprakları yüksek L değeri ile daha parlak, düşük a* ve yüksek Hue° değeri ile daha yeşil renkli olmuştur (Çizelge 4.11).

Besin solüsyonuna ilave edilen besin elementi dozu a*, b* ve Chroma° renk değerlerinde farklılık yaratmıştır. Yüksek a* değerleri ile tam doz ve yarım doz uygulamalarındaki bitkiler daha açık yeşil renge sahip olmuştur. En koyu yeşil renge sahip yapraklar su uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Dönem × doz interaksiyonunun yaprak renk ölçüm değerleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	L	a*	b*	a/b	Hue°	Chroma°
1. Dönem		36.76 b	-11.99	17.61	-0.68 a	124.26 b	21.31
2. Dönem		38.55 a	-12.43	17.34	-0.72 b	125.66 a	21.34
	Tam Doz	37.37	-11.86 a	16.99 b	-0.70	124.91	20.73 b
	Yarım Doz	37.32	-11.90 a	17.02 b	-0.70	124.98	20.76 b
	Yok (Su)	38.91	-13.55 b	19.36 a	-0.70	125.00	23.63 a
1. Dönem	Tam Doz	36.04	-11.53	17.07	-0.68	124.04	20.59
	Yarım Doz	36.93	-11.89	17.43	-0.68	124.30	21.10
	Yok (Su)	37.88	-13.13	19.05	-0.69	124.59	23.14
2. Dönem	Tam Doz	38.69	-12.20	16.92	-0.72	125.78	20.86
	Yarım Doz	37.71	-11.90	16.60	-0.72	125.66	20.43
	Yok (Su)	39.94	-13.97	19.67	-0.71	125.40	24.13
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	<i>öd</i>	<i>öd</i>	**	**	<i>öd</i>
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	*	*	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*
	<i>Dönem × Doz</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>

Yetiştirme dönemlerinin klorofil (SPAD) değeri ve nitrat içeriğinde istatistiksel olarak önemli farklılık yaratmadığı, ancak toplam klorofil ve vitamin C'yi etkilediği görülmüştür. SPAD değeri ve yaprak nitrat içeriği 2. dönemde azalırken, vitamin C içeriği artmıştır. İkinci dönemde yetiştirilen ıspanakların toplam klorofil ve vitamin C içeriği 1. döneme göre sırası ile %38.9 ve 43.5 oranında artış göstermiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Klorofil (SPAD)	Toplam klorofil (mg/g)	Nitrat (mg/kg)	Vitamin C (mg/100 g)
1. Dönem		51.78	1.18 b	1615.9	33.11 b
2. Dönem		50.64	1.64 a	1574.7	47.50 a
	Tam Doz	54.54 a	1.47 a	1795.4 a	29.82 c
	Yarım Doz	51.12 ab	1.48 ab	1632.9 a	41.83 b
	Yok (Su)	46.96 b	1.29 b	1138.8 b	58.23 a
1. Dönem	Tam Doz	55.07 a	1.20 c	1811.9 a	22.42 c
	Yarım Doz	52.18 ab	1.17 c	1647.2 a	36.41 bc
	Yok (Su)	44.39 c	1.15 c	1177.2 b	47.87 ab
2. Dönem	Tam Doz	54.01 ab	1.73 a	1778.9 a	37.21 bc
	Yarım Doz	50.07 abc	1.69 ab	1618.8 a	47.25 b
	Yok (Su)	49.53 bc	1.44 bc	1100.3 b	68.59 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	**	<i>öd</i>	**
	<i>Doz</i>	*	*	**	**
	<i>Dönem × Doz</i>	*	*	*	**

Besin elementi doz uygulamasının klorofil, nitrat ve vitamin C değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Klorofil ve nitrat içeriğinde tam doz ve yarım doz uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alıp, su uygulamasındaki bitkilere göre daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Besin solüsyonundaki besin elementi dozu azaldıkça vitamin C değeri artış göstermiş; en yüksek değer su uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

İnteraksiyon etkisi yaprak klorofil, nitrat ve vitamin C içeriğini etkilemiş ve dönemsel farklılıktan etkilenmiştir. Klorofil miktarı ve nitrat içeriğinde en düşük uygulamalar her iki dönemde de su uygulamasından elde edilirken; vitamin C içeriğinde su uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

4.4.4. Yaprak besin element içeriği

P ve Fe elementleri üzerine yetiştirme döneminin etkisi önemli bulunmuş; 1. dönemde yapılan yetiştiricilikte elde edilen değerler 2. dönemdekinden yüksek bulunmuştur. Yetiştirme döneminin N, K, Ca ve Mg elementleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)
1. Dönem		4.70	0.72 a	5.27	1.44	1.08	71.03 a
2. Dönem		4.61	0.60 b	5.27	1.40	1.00	60.35 b
	Tam Doz	5.26 a	0.87 a	7.98 a	0.63 b	1.02	80.45 a
	Yarım Doz	4.87 b	0.88 a	6.16 b	0.69 b	1.01	76.45 a
	Yok (Su)	3.84 c	0.23 b	1.68 c	2.93 a	1.09	40.18 b
1. Dönem	Tam Doz	5.27 a	0.90 ab	7.84 ab	0.36 c	1.05	84.00 a
	Yarım Doz	4.90 b	0.99 a	6.28 bc	0.39 c	1.07	82.40 a
	Yok (Su)	3.93 c	0.28 c	1.70 d	3.55 a	1.12	46.70 c
2. Dönem	Tam Doz	5.25 a	0.84 b	8.13 a	0.89 c	0.99	76.90 ab
	Yarım Doz	4.83 b	0.77 b	6.04 c	0.99 c	0.95	70.50 b
	Yok (Su)	3.76 d	0.19 c	1.66 d	2.32 b	1.06	33.65 d
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	*	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	**
	<i>Doz</i>	**	**	**	**	<i>öd</i>	**
	<i>Dönem×Doz</i>	*	*	*	**	<i>öd</i>	*

Besin solüsyonuna uygulanan besin elementi dozunun Mg hariç ölçülen diğer yaprak besin maddesi içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. P, Ca ve Fe element içerikleri tam ve yarım doz uygulamalarında farklılık yaratmamış ancak su uygulamasından farklı olmuştur. N ve K element içeriği ise besin solüsyonuna gübre ilavesi ile artış göstermiştir. N, P, K ve Fe element içeriğinde en yüksek değerler tam doz uygulamasından, en düşük değerler su uygulamasından alınırken Ca element içeriklerinde tam tersi bir durum söz konusu olmuştur (Çizelge 4.13).

Dönem $\times$ doz interaksiyonunun yaprak besin maddesi içeriğine etkisi Mg hariç ölçülen diğer elementlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnteraksiyon dönem farkından etkilenmiş olmakla birlikte, yaprak N, P, K ve Fe içeriği besin solüsyonu dozu azaldıkça azalmıştır. Ca ve Mg içeriği en yüksek su uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

4.4.5. Bitki su tüketimi

Ispanakta farklı yetiştirme dönemlerinde farklı besin solüsyonu dozu uygulamalarına göre hesaplanan uygulanan, atılan ve tüketilen su miktarları Çizelge 4.15'de verilmiştir. Dönemsel sıcaklık ve üretim periyodu uzunluk farkına bağlı olarak bitkilere uygulanan su miktarı 2. dönemde %23.7 daha fazla olmuştur. Atılan su miktarının daha az olduğu bu dönemde bitki su tüketimi de daha fazla (%52.7) olmuştur. Uygulanan ve tüketilen su miktarı besin solüsyonu doz farkından etkilenmezken, atılan su miktarı farklılık göstermiş, atık en fazla su uygulamasında olmuştur (Çizelge 4.14).

Dönem $\times$ doz interaksiyonunun uygulanan, atılan ve tüketilen su miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulanan ve tüketilen su miktarında en yüksek değer 2. dönem yarım ve tam doz uygulamasından elde edilirken, en düşük değer 1. dönem tam ve yarım doz uygulamasından elde edilmiştir. Atılan su miktarı her iki dönemde de su uygulamasında en fazla olmuştur (Çizelge 4.14).

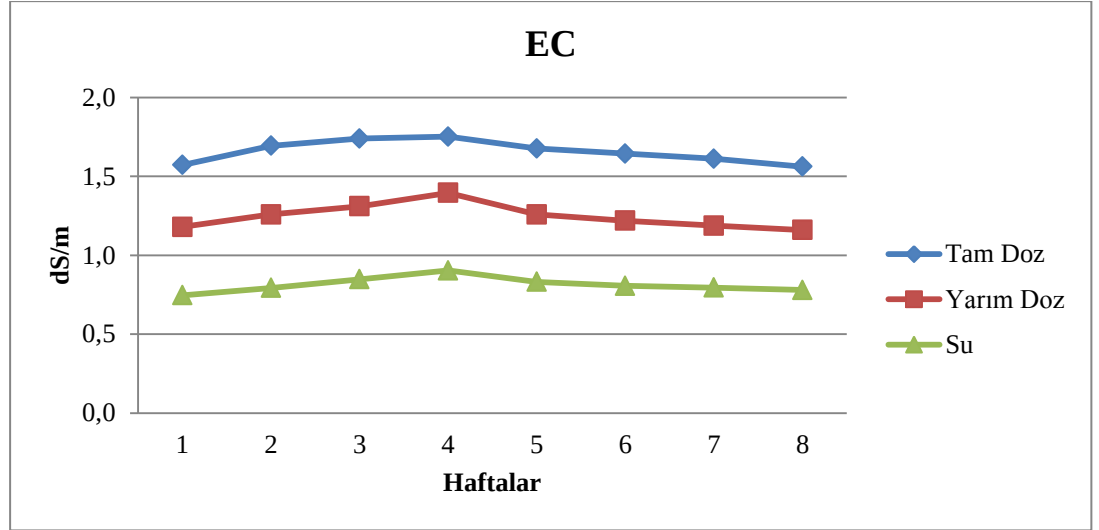
Çizelge 4.14. Ispanakta farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Uygulanan (L/bitki)	Atılan (L/bitki)	Tüketilen (L/bitki)
1. Dönem		0.332 b	0.169 a	0.163 b
2. Dönem		0.411 a	0.162 b	0.249 a
	Tam Doz	0.364	0.159 b	0.205
	Yarım Doz	0.377	0.162 b	0.215
	Yok (Su)	0.374	0.176 a	0.197
1. Dönem	Tam Doz	0.316 e	0.158 b	0.158 d
	Yarım Doz	0.320 de	0.166 ab	0.155 d
	Yok (Su)	0.361 cd	0.184 a	0.176 cd
2. Dönem	Tam Doz	0.412 ab	0.161 b	0.251 ab
	Yarım Doz	0.434 a	0.158 b	0.276 a
	Yok (Su)	3.387 bc	0.168 ab	0.218 bc
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	*	**
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	**	<i>öd</i>
	<i>Dönem × Doz</i>	**	<i>öd</i>	**

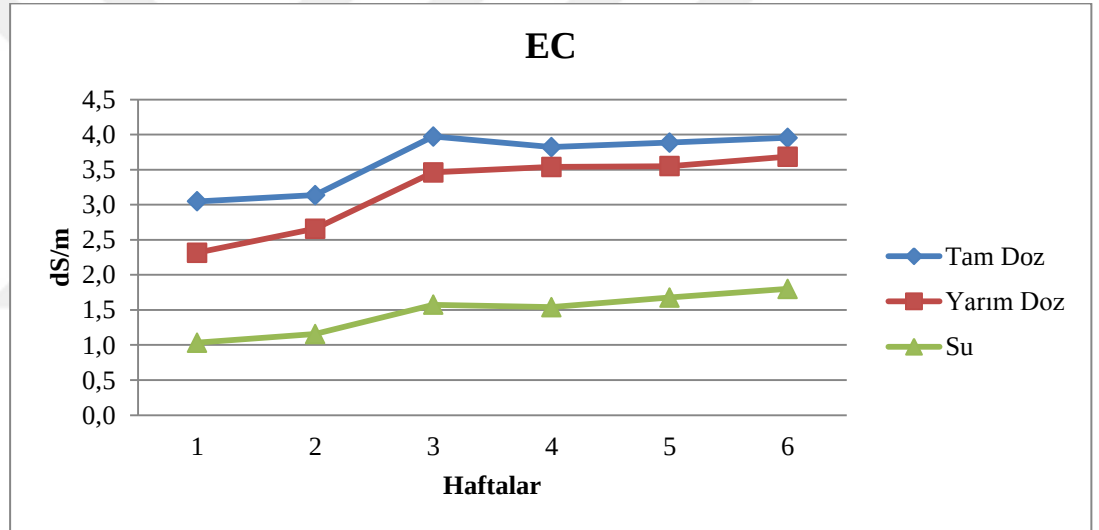
4.4.6. Besin solüsyonu EC ve pH değerleri

EC değerleri tam doz uygulamasından elde edilmiş olup, bunu sırası ile yarım doz ve su uygulaması izlemiştir (Şekil 4.11 ve 4.12).

Uygulanan besin solüsyonu EC değerleri 1. dönemde su uygulamasında 0.75-0.90 dS/m, yarım doz uygulamasında 1.16-1.40 dS/m ve tam doz uygulamasında 1.56-1.75 dS/m arasında değişirken; 2. dönemde su uygulamasında 1.03-1.80 dS/m, yarım doz uygulamasında 3.05-3.97 dS/m ve tam doz uygulamasında 2.32-3.69 dS/m arasında değişmiştir. Şekillerden de görülebileceği gibi en yüksek EC değerleri tam doz uygulamasından elde edilmiş, bunu yarım doz ve su uygulaması izlemiştir (Şekil 4.11 ve 4.12).

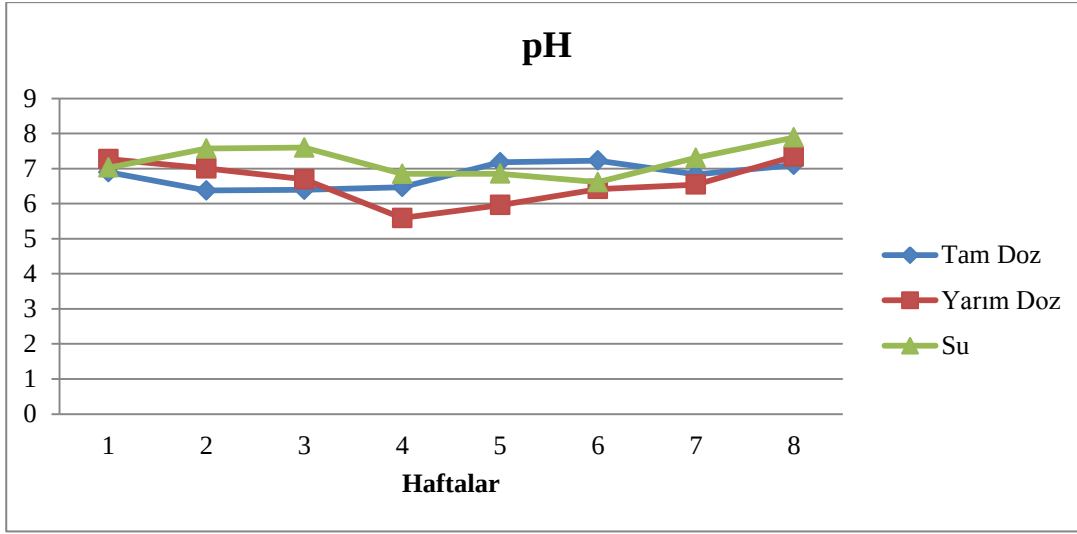


Şekil 4.11. Ispanakta besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1. dönem)

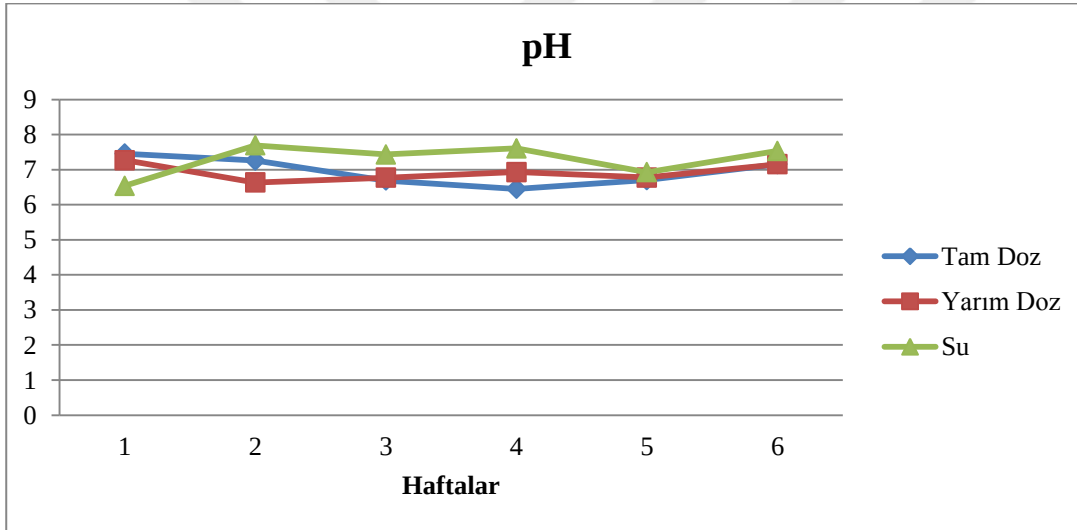


Şekil 4.12. Ispanakta besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (2. dönem)

Uygulanan besin solüsyonu pH değeri 5.5-6.5 arasında tutulmaya çalışılmasına rağmen haftada 2 gün yapılan ölçümlerde pH 1. dönemde su uygulamasında 6.62-7.89, yarım doz uygulamasında 5.59-7.35 ve tam doz uygulamasında 6.38-7.23 arasında değişiklik göstermiştir. İkinci dönemde ise pH su uygulamasında 6.54-7.70, yarım doz uygulamasında 6.64-7.27 ve tam doz uygulamasında 6.46-7.46 arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.13 ve 4.14). Ispanak yetiştiriciliğinde her iki dönemde en yüksek pH değeri su uygulamasından elde edilmiş olup, yarım doz ve tam doz uygulamaları birbirine yakın değerlere sahip olmuştur (Şekil 4.13 ve 4.14).



Şekil 4.13. Ispanakta besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (1. dönem)



Şekil 4.14. Ispanakta besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (2. dönem)

4.5. Kuzukulağı Yetiştiriciliğine Ait Bulgular

4.5.1. Bitki gelişim ve biyomas değerleri

Yetiştirme döneminin yaprak kalınlığı, gövde çapı, bitki ve kök boyuna etkisi önemli olup 2. dönem yapılan yetiştiricilikte elde edilen değerler 1. dönemde yapılan yetiştiricilikten daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak kalınlığı (mm)	Gövde çapı (mm)	Bitki boyu (cm)	Kök boyu (cm)
1. Dönem		0.32 b	1.55 b	13.44 b	30.47 b
2. Dönem		0.36 a	2.74 a	16.27 a	34.03 a
	Tam Doz	0.35	2.31 a	16.47 a	29.12 b
	Yarım Doz	0.33	2.15 a	16.10 a	33.08 ab
	Yok (Su)	0.33	1.81 b	9.15 b	34.55 a
1. Dönem	Tam Doz	0.32 bc	1.73 c	14.74 b	28.54 b
	Yarım Doz	0.32 c	1.51 cd	14.23 b	30.19 b
	Yok (Su)	0.30 c	1.26 d	9.26 c	32.68 ab
2. Dönem	Tam Doz	0.37 a	2.89 a	17.45 a	29.70 b
	Yarım Doz	0.35 ab	2.79 a	18.71 a	35.98 a
	Yok (Su)	0.37 a	2.36 b	9.03 c	36.41 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	*	**	**	*
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	**	**	*
	<i>Dönem×Doz</i>	*	*	*	*

Besin solüsyonuna ilave edilen element dozunun gövde çapına, bitki boyuna ve kök boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gövde çapı ve bitki boyunda en iyi sonucu tam doz uygulaması vermekle beraber, yarım doz ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Su uygulaması en düşük sonucu vermiştir. Gövde çapı tam doz uygulamasında yarım doz uygulamasına göre %7.4, su uygulamasına göre %27.6 artış; bitki boyu su uygulamasında tam doza göre %43.1, yarım doz uygulamasına göre %44.4 azalış göstermiştir. Kök boyunda en yüksek değer su uygulamasından elde edilirken bu sıralamayı yarım ve tam doz uygulamaları izlemiştir. Kök boyu, su uygulamasında tam doz uygulamasına göre %18.6, su uygulamasına göre %4.4 artış göstermiştir. Besin element dozunun yaprak kalınlığına etkisinde önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.15).

Dönem × doz interaksyonu da gövde çapı, bitki ve kök boyuna etki etmiş her iki dönemde tam doz ve yarım doz uygulamaları uzun boylu bitkiler olmuştur. En uzun boylu ve kalın gövdeli bitkiler 2. dönem tam ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir. Su uygulamasındaki bitkilerin boyları kısa kalmıştır. Birinci ve 2. dönem su uygulaması ile 2. dönem yarım doz uygulamasından en uzun kök boyu elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Kuzukulağı yetiştiriciliğinde yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile kuru ağırlık yüzdesi, kök yaş ve kuru ağırlığı yetiştirme dönemi farkından etkilenmiş, 2. dönemde yapılan yetiştiricilikten elde edilen değerler 1. dönemden elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Kök kuru ağırlık yüzdesi dönem farklılığından etkilenmemiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi.

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak			Kök		
		yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)	yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)
1. Dönem		1.13 b	0.07 b	6.32 b	0.15 b	0.015 b	9.78
2. Dönem		3.86 a	0.29 a	8.06 a	0.55 a	0.055 a	10.35
	Tam Doz	3.08 a	0.21 a	6.66 b	0.39	0.037	9.63 ab
	Yarım Doz	2.60 a	0.18 a	6.75 b	0.35	0.036	8.93 b
	Yok (Su)	1.11 b	0.11 b	9.14 a	0.39	0.031	11.64 a
1. Dönem	Tam Doz	1.27 b	0.08 bc	6.10 c	0.19 bc	0.018 b	9.42 b
	Yarım Doz	1.20 b	0.07 bc	6.20 c	0.17 bc	0.015 b	9.15 b
	Yok (Su)	0.70 b	0.05 c	7.01 bc	0.12 c	0.013 b	10.77 ab
2. Dönem	Tam Doz	4.89 a	0.35 a	7.22 b	0.60 a	0.058 a	9.86 b
	Yarım Doz	4.01 a	0.29 a	7.30 b	0.55 a	0.048 a	8.70 b
	Yok (Su)	1.51 b	0.17 b	11.28 a	0.48 ab	0.059 a	12.51 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	**	**	**	**	<i>öd</i>
	<i>Doz</i>	**	**	**	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*
	<i>Dönem×Doz</i>	**	**	**	*	*	*

Yaprak yaş ve kuru ağırlığı, yaprak ve kök kuru ağırlık yüzdesi üzerine besin elementi dozunun etkisi önemli olup, kök yaş ve kuru ağırlığında önemli bir farklılık yaratmamıştır. Yaprak yaş ve yaprak kuru ağırlığında tam doz ve yarım doz uygulaması, yaprak kuru ağırlık yüzdesinde su uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Kök kuru ağırlığında su uygulaması en yüksek değeri verirken yarım doz uygulaması en düşük değeri vermiştir (Çizelge 4.16).

Dönem × doz interaksyonu yaprak ve kök biyomasını etkilemiştir. En yüksek yaş ve kuru ağırlık 2. dönem tam ve aynı grupta yer alan yarım doz uygulamasından elde edilmiştir. En düşük biyomas değerleri her iki dönemde de su uygulamasından alınmıştır. İkinci dönem su uygulaması %11.2 ve 12.5 ile en yüksek yaprak ve kök kuru ağırlık yüzdelere sahip olurken, tam doz ve yarım doz uygulamaları her iki dönemde de daha düşük değere sahip olmuştur. Kök yaş

ağırlığı her iki dönemde de besin solüsyonu dozu azaldıkça azalmıştır (Çizelge 4.16).

4.5.2. Verim değerleri

Kuzukulağı yetiştiriciliğinde yetiştirme süreleri boyunca 1. dönemde 20.01.2017, 06.02.2017 ve 20.02.2017 tarihlerinde, 2. dönemde 30.03.2017, 07.04.2017 ve 17.04.2017 tarihlerinde üçer hasat yapılmıştır. Yetiştirme dönemi, besin elementi doz uygulaması ana ve interaksiyon etkisi 1., 2. ve 3. hasatlardan elde edilen verim ile toplam verim üzerine farklılık yaratmıştır (Çizelge 4.17).

Verim değerleri ilk hasatta en yüksek olmuş, bunu 3. hasat izlemiş, 2. hasatta en düşük değerde olmuştur. Birinci dönemde, 1. hasada göre azalış 2. hasatta %36.6, 3. hasatta %23.1 olmuştur. İkinci dönemde ise 1. hasada göre azalış sırası ile %67.4 ve %33.5 olmuştur. İkinci hasat verimi haricinde diğer hasatlarda 2. dönemden elde edilen verim değerleri 1. dönemden elde edilenden yüksek bulunmuştur. Bu artış 1. ve 3. hasatta sırası ile %55.9 ve %34.8 olmuştur. İkinci hasatta ise 2. dönem verimi 1. döneme göre %19.9 oranında azalmıştır. Toplam verimde 2. dönem verimi yüksek bulunmuş ve 1. döneme göre %27.9 oranında artış sağlamıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan değerler ve toplam verim değerleri

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	1. hasat verimi (g/m ²)	2. hasat verimi (g/m ²)	3. hasat verimi (g/m ²)	TOPLAM VERİM (g/m ²)
1. Dönem		1499.9 b	949.6 a	1152.9 b	3602.4 b
2. Dönem		2338.6 a	760.5 b	1554.8 a	4610.7 a
	Tam Doz	2130.7 a	1023.0 a	1632.5 a	4786.9 a
	Yarım Doz	2190.4 a	938.7 a	1552.8 a	4605.5 a
	Yok (Su)	954.0 b	396.4 b	398.7 b	1749.2 b
1. Dönem	Tam Doz	1707.5 b	1193.9 a	1501.5 ab	4402.9 bc
	Yarım Doz	1594.4 bc	1009.3 ab	1257.7 b	3861.5 c
	Yok (Su)	895.5 c	341.8 c	246.0 c	1483.4 d
2. Dönem	Tam Doz	2553.9 a	852.1 b	1763.5 ab	5169.5 ab
	Yarım Doz	2786.4 a	844.5 b	1847.8 a	5349.6 a
	Yok (Su)	1012.5 bc	451.1 c	551.4 c	2015.0 d
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	*	**	**
	<i>Doz</i>	**	**	**	**
	<i>Dönem×Doz</i>	*	*	*	**

Besin solüsyonuna ilave edilen besin elementi dozunun hasatlar üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Tam doz ve yarım doz uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alıp su uygulamasına göre daha yüksek verimlere sahip olmuşlardır. Tam doz uygulamasına göre toplam verim yarım doz uygulaması ile %3.8, su uygulaması ile %63.4 oranında azalmıştır (Çizelge 4.17).

İnteraksiyon etkisi altında 1. hasatta en yüksek verim değerleri 2. dönem tam doz ve yarım doz uygulamalarından elde edilirken, bu sırayı 1. dönem tam doz ve yarım doz uygulamaları takip etmiştir. En düşük sonuç su uygulamalarından elde edilmiştir. Benzer durum 2., 3. hasatlar ile toplam verimde de görülmüştür (Çizelge 4.17).

4.5.3. Kalite parametreleri

Yetiştirme döneminin kuzukulağı yaprak renk değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. L, b*, Hue° ve Chroma° değerlerinde 2. dönemde yapılan yetiştiricilik daha yüksek değer verirken; a* ve a/b değerlerinde 1. dönemde yapılan yetiştiricilik daha yüksek değerde olmuştur. Buna göre 2. dönem yetiştiriciliğinde yapraklar daha parlak ve daha koyu daha canlı bir yeşil renge sahip olmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk ölçümlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	L	a*	b*	a/b	Hue°	Chroma°
1. Dönem		43.95 b	-15.76 a	24.35 b	-0.65 a	122.94 b	29.01 b
2. Dönem		46.44 a	-17.61 b	26.72 a	-0.66 b	123.41 a	32.00 a
	Tam Doz	43.60 b	-16.40	24.85	-0.66 b	123.43	29.77
	Yarım Doz	46.14 a	-16.97	25.92	-0.65 ab	123.22	30.98
	Yok (Su)	46.49 a	-16.70	26.15	-0.64 a	122.58	31.03
	Tam Doz	41.66 b	-15.37	23.41	-0.66 b	123.29	28.01
	Yarım Doz	45.13 a	-15.77	24.19	-0.65 b	123.11	28.87
	Yok (Su)	46.19 a	-16.53	26.57	-0.62 a	121.89	31.29
	Tam Doz	45.55 a	-17.43	26.28	-0.66 b	123.56	31.54
	Yarım Doz	47.16 a	-18.16	27.66	-0.66 ab	123.32	33.09
	Yok (Su)	46.80 a	-16.87	25.73	-0.66 ab	123.26	30.77
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	*	*	*	*	**
	<i>Doz</i>	**	öd	öd	*	öd	öd
	<i>Dönem × Doz</i>	*	öd	öd	*	öd	öd

Besin elementi dozunun yaprak renk ölçümlerine etkisi L ve a/b değerlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Su ve yarım doz uygulamasındaki bitkiler daha parlak bir renge sahip olmuştur. Su uygulamasındaki bitkilerin yaprakları yüksek a/b değeri ile daha doygun açık bir yeşil renge sahip olmuştur (Çizelge 4.18).

Dönem $\times$ doz interaksyonu yaprak renk parametreleri içerisinde L ve a/b değeri üzerine etkisi önemli çıkmıştır (Çizelge 4.18)

Kuzukulağı yetiştiriciliğinde yetiştirme döneminin, besin elementi dozunun ve interaksyonun klorofil (SPAD) içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. İkinci dönemde yapılan yetiştiricilikte yapraklar 1. dönemde yapılan yetiştiriciliğe göre %10.3 daha yüksek klorofile (SPAD) sahip olmuştur. En yüksek değer tam doz uygulamasından elde edilirken, yarım doz ile aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık görülmemiştir. En yüksek klorofil içeriği 2. dönem tam doz ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir. 1. dönem su uygulaması en düşük yaprak klorofil içeriğine sahip olmuştur. Toplam klorofil içeriği de SPAD değerlerine benzer sonuçlar vermiş, 2. dönemde daha yüksek, su uygulamasında yetiştirilen bitkilerde daha düşük toplam klorofil içeriği saptanmıştır (Çizelge 4.19).

Nitrat içeriği de uygulamaların ana ve interaksyonundan etkilenmiştir. İkinci dönem yetiştiricilikte ve su uygulamasında elde edilen yaprak nitrat içerikleri daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Yaprak vitamin C içeriği üzerine yetiştirme döneminin, besin elementi dozunun ve interaksyonun etkisi önemli çıkmış; 1. dönem vitamin C içeriği 2. dönemden, su uygulaması tam ve yarım doz uygulamasından daha yüksek vitamin C içeriğine sahip olmuştur. Besin solüsyonunda element dozu azaldıkça vitamin C içeriği artmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Klorofil (SPAD)	Toplam klorofil (mg/g)	Nitrat (mg/kg)	Vitamin C (mg/100 g)
1. Dönem		27.57 b	1.05 b	607.3 a	31.83 a
2. Dönem		30.43 a	1.43 a	563.7 b	29.89 b
	Tam Doz	29.66 a	1.34	705.6 a	28.13 b
	Yarım Doz	29.42 a	1.25	634.1 a	31.98 ab
	Yok (Su)	26.85 b	1.13	254.6 b	34.09 a
1. Dönem	Tam Doz	28.65 a	1.17 ab	738.4 a	30.81 ab
	Yarım Doz	28.39 a	1.10 ab	657.1 abc	32.52 ab
	Yok (Su)	23.79 b	0.89 b	270.3 bc	32.50 ab
2. Dönem	Tam Doz	30.68 a	1.52 a	672.8 ab	25.45 b
	Yarım Doz	30.45 a	1.41 ab	616.9 abc	31.44 ab
	Yok (Su)	29.91 a	1.37 ab	238.7 c	35.67 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	**	*	*
	<i>Doz</i>	**	öd	**	**
	<i>Dönem × Doz</i>	*	*	*	*

4.5.4. Yaprak besin element içeriği

Yetiştirme döneminin P, Ca, Mg ve Fe elementleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ca ve Fe elementlerinde 1. dönemde elde edilen değerler, P ve Mg elementlerinde ise 2. dönemde elde edilen değerler daha yüksek bulunmuştur. Yetiştirme döneminin N ve K elementleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Besin solüsyonundaki element dozunun yaprak besin maddesi içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. N, P, K ve Fe elementlerinde tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılık olmamış, ancak su uygulamasındaki bitkilerin element içeriklerinden daha yüksek içeriğe sahip olmuşlardır. Ca ve Mg elementlerinde ise tam tersi bir durum elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Dönem × doz interaksiyonunun yaprakta ölçülen tüm element içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Dönemsel farklılıklar interaksiyonu etkilemiş, her iki dönemde de yaprak N, P, K ve Fe içeriği besin solüsyonu dozu azaldıkça azalırken, Ca ve Mg içeriği artmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)
1. Dönem		4.37	0.69 b	5.19	1.05 a	1.04 b	84.65 a
2. Dönem		4.31	0.72 a	5.27	0.77 b	1.13 a	79.48 b
	Tam Doz	4.79 a	0.93 a	6.99 a	0.37 b	0.87 b	94.08 a
	Yarım Doz	4.57 a	0.90 a	6.62 a	0.44 b	0.98 b	96.85 a
	Yok (Su)	3.66 b	0.29 b	2.09 b	1.92 a	1.40 a	55.28 b
1. Dönem	Tam Doz	4.86 a	0.91 ab	6.82 ab	0.33 c	0.87 c	95.85 ab
	Yarım Doz	4.56 b	0.88 b	6.67 b	0.36 c	0.81 c	99.55 a
	Yok (Su)	3.70 c	0.29 c	2.09 c	2.46 a	1.43 a	58.55 c
2. Dönem	Tam Doz	4.72 ab	0.94 a	7.16 a	0.41 c	0.87 c	92.30 b
	Yarım Doz	4.59 b	0.93 a	6.57 b	0.52 c	1.15 b	94.15 ab
	Yok (Su)	3.63 c	0.30 c	2.09 c	1.38 b	1.37 a	52.00 d
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	*	<i>öd</i>	**	*	**
	<i>Doz</i>	**	**	**	**	**	**
	<i>Dönem×Doz</i>	**	*	*	**	**	*

4.5.5. Bitki su tüketimi

Uygulanan ve tüketilen su miktarı üzerine yetiştirme döneminin etkisi önemli bulunmuştur. Roka ve ıspanak yetiştiriciliğine benzer şekilde 2. dönemde yapılan yetiştiricilikte 1. dönemde yapılan yetiştiriciliğe göre %28.4 daha fazla su uygulanmış ve %59.4 fazla su tüketilmiştir. Yetiştirme döneminin atılan su miktarı üzerine etkisi önemsiz çıkmış, 2. dönemde yapılan yetiştiricilikte daha az su atılmıştır (Çizelge 4.21).

Besin elementi dozunun atılan ve tüketilen su miktarları üzerine etkisi önemli çıkmıştır. Tüketilen su miktarları tam doz ve yarım doz uygulamalarında fazla olmuş, atılan su miktarında ise su uygulamasından fazla olmuştur. Besin solüsyonuna eklenen tam ve yarım doz besin elementleri bitkilerin su tüketimlerinde bir farklılık yaratmamıştır (Çizelge 4.21).

Atılan ve uygulanan ve tüketilen su miktarı etkileşiminden etkilenmiştir. En fazla atılan su miktarı 1. dönem su uygulamasından elde edilirken, bunu 2. ve 1. dönem yarım doz uygulamaları izlemiştir. Uygulanan su miktarında ise en fazla su yarım doz uygulamasına verilmiştir. Tüketilen su miktarı dönemsel farklılıktan etkilenmiş, 2. dönem su tüketimleri daha yüksek olmakla birlikte en yüksek su

tüketimi aynı istatistiksel grupta yer alan tam ve yarım doz uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Kuzukulağında farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi

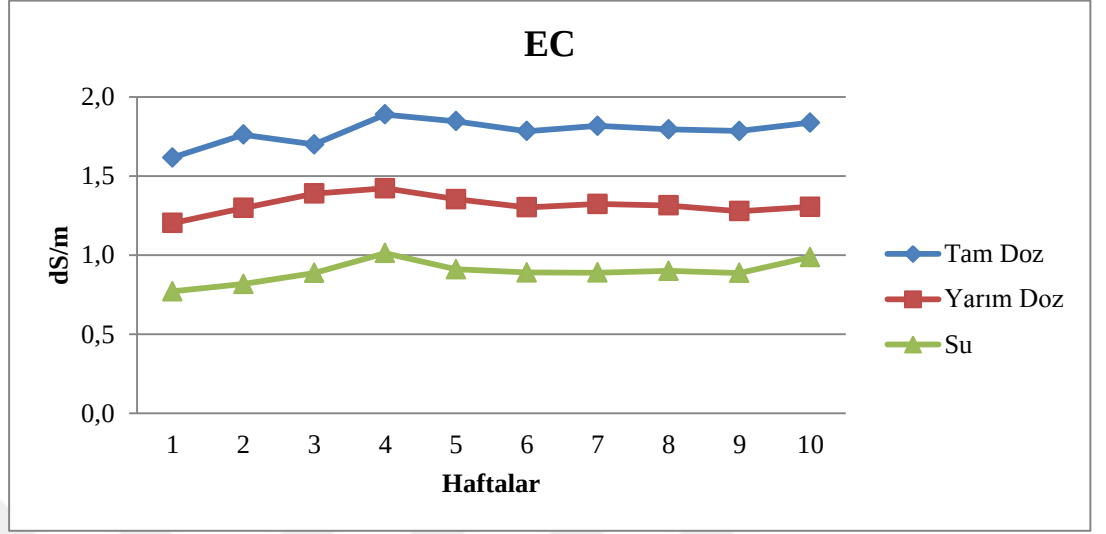
Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Uygulanan (L/bitki)	Atılan (L/bitki)	Tüketilen (L/bitki)
1. Dönem		0.316 b	0.158	0.158 b
2. Dönem		0.406 a	0.154	0.252 a
	Tam Doz	0.356	0.149 b	0.208 a
	Yarım Doz	0.371	0.157 ab	0.213 a
	Yok (Su)	0.357	0.163 a	0.193 b
1. Dönem	Tam Doz	0.303 c	0.145 b	0.159 c
	Yarım Doz	0.319 c	0.157 ab	0.163 c
	Yok (Su)	0.326 c	0.174 a	0.153 c
2. Dönem	Tam Doz	0.409 ab	0.153 b	0.257 a
	Yarım Doz	0.422 a	0.158 ab	0.264 a
	Yok (Su)	0.387 b	0.153 b	0.234 b
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	<i>öd</i>	**
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	*	**
	<i>Dönem×Doz</i>	*	*	*

4.5.6. Besin solüsyonu EC ve pH değerleri

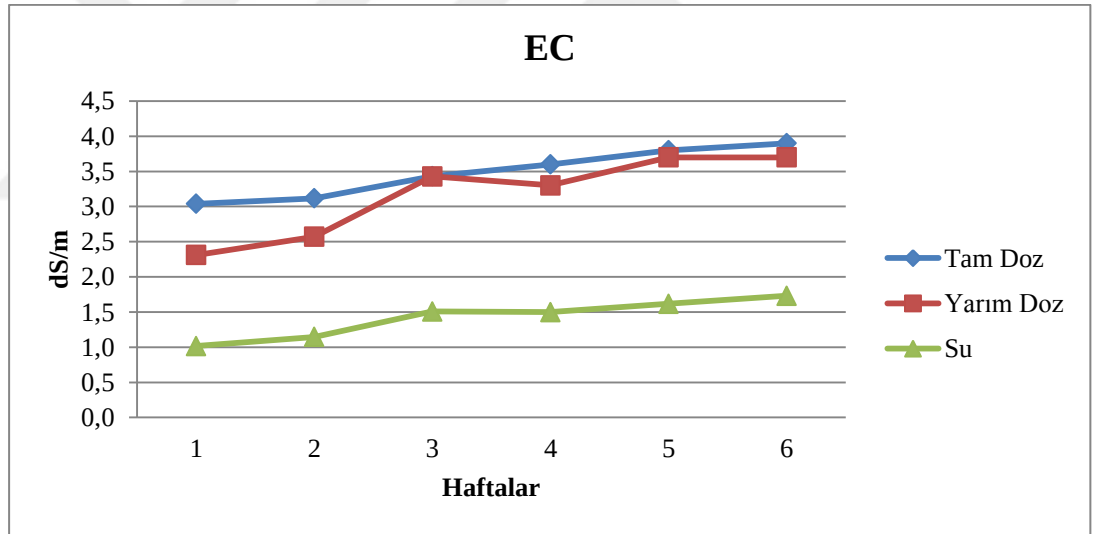
Kuzukulağı yetiştiriciliğinde uygulanan besin solüsyonu ve EC değerleri 1. dönemde su uygulamasında 0.77-1.01 dS/m, yarım doz uygulaması 1.20-1.42 dS/m ve tam doz uygulamasında değerler 1.62-1.89 dS/m arasında; 2. dönemde su uygulamasında 1.02-1.73 dS/m, yarım doz uygulamasında 3.04-3.90 dS/m ve tam doz uygulamasında 2.31-3.70 dS/m arasında değişmiştir. Birinci ve 2. dönemde en yüksek EC değeri tam doz uygulamasından elde edilmiş olup, yarım doz ve su uygulaması bu sırayı takip etmiştir (Şekil 4.15 ve 4.16).

Uygulanan besin solüsyonunun pH değişimi ise 1. dönemde su uygulamasında 6.87-7.67, yarım doz uygulamasında 5.68-7.74 ve tam doz uygulamasında 5.09-7.09 pH arasında; 2. dönemde ise su uygulamasında 6.71-7.53, yarım doz uygulamasında 6.04-7.13 ve tam doz uygulamasında 6.43-7.60 pH arasında değişiklik göstermiştir. Birinci dönemde en yüksek pH değeri su uygulamasından elde edilmiş olup yarım doz ve tam doz uygulamaları bu sırayı izlemiştir. İkinci dönemde su uygulaması en yüksek değerlere ulaşırken, tam doz

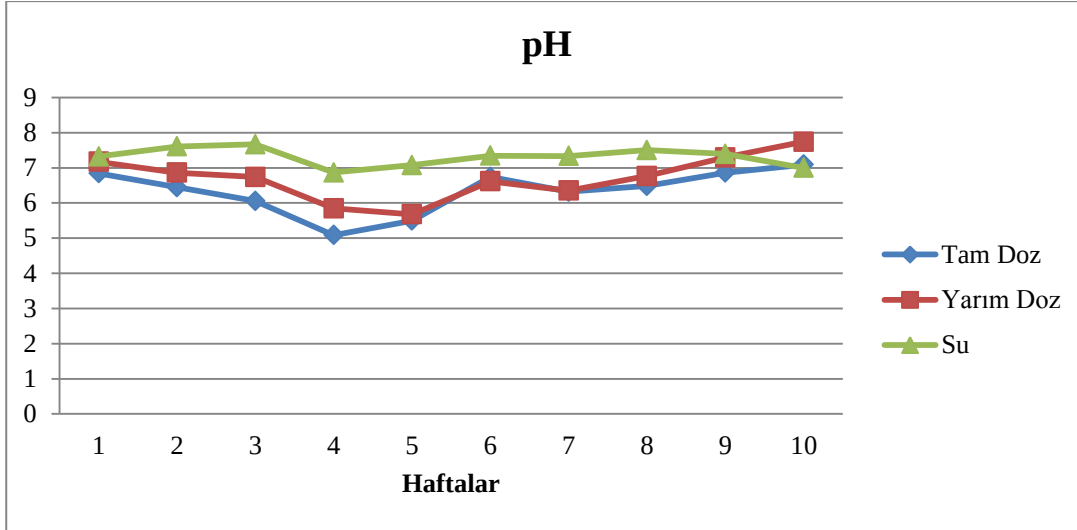
ve yarım doz uygulamaları birbirine yaklaşık değerler göstermiştir (Şekil 4.17 ve 4.18).



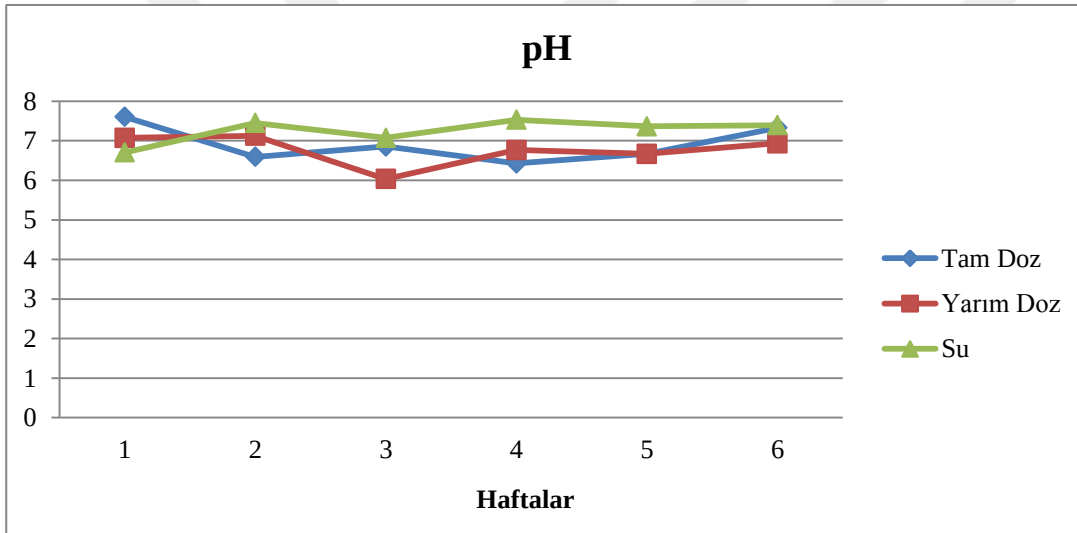
Şekil 4.15. Kuzukulağında besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (1. dönem)



Şekil 4.16. Kuzukulağında besin solüsyonu EC değerinin haftalık değişimi (2. dönem)



Şekil 4.17. Kuzukulağında besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (1. dönem)



Şekil 4.18. Kuzukulağında besin solüsyonu pH değerinin haftalık değişimi (2. dönem)

4.6. Semizotu Yetiştiriciliğine Ait Bulgular

4.6.1. Bitki gelişim ve biyomas değerleri

Semizotu yetiştiriciliğinde yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi gövde çapı ve bitki boyunda istatistiksel olarak önemli bulunmuş, 2. dönem yetiştiriciliğinden elde edilen değerler 1. dönem yetiştiriciliğine göre daha yüksek olmuştur. Yetiştirme döneminin yaprak kalınlığı ve kök boyu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki gelişimine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak kalınlığı (mm)	Gövde çapı (mm)	Bitki boyu (cm)	Kök boyu (cm)
1. Dönem		0.67	1.74 b	9.80 b	15.69
2. Dönem		0.65	3.41 a	17.58 a	15.96
	Tam Doz	0.67	2.74 a	15.01 a	12.77 b
	Yarım Doz	0.68	2.63 a	13.65 a	15.99 a
	Yok (Su)	0.64	2.12 b	11.13 b	18.71 a
1. Dönem	Tam Doz	0.68	1.85 c	10.44 b	12.14 c
	Yarım Doz	0.69	1.83 cd	9.46 b	15.75 abc
	Yok (Su)	0.65	1.36 d	9.18 b	19.18 a
2. Dönem	Tam Doz	0.66	3.64 a	19.58 a	13.41 bc
	Yarım Doz	0.66	3.44 a	17.83 a	16.24 ab
	Yok (Su)	0.62	2.88 b	13.08 b	18.24 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	**	**	<i>öd</i>
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	**	**	*
	<i>Dönem×Doz</i>	<i>öd</i>	*	*	**

Ölçülen bitki gelişim parametreleri üzerine -yaprak kalınlığı hariç- besin elementi dozunun etki yaptığı görülmüştür. Gövde çapı ve bitki boyunda tam doz uygulaması en yüksek değerlere sahip olurken yarım doz ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır, su uygulaması en düşük sonucu vermiştir. Kök boyunda da benzer durum olmuş en yüksek değeri su, takibinde yarım doz ve tam doz uygulamaları vermiştir (Çizelge 4.22).

Dönem × doz uygulamasının bitki gelişimine etkisi gövde çapı, bitki boyu ve kök boyunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gövde çapı ve bitki boyunda en yüksek değer aynı istatistiksel grupta yer alan 2. dönem tam ve yarım doz uygulamalarından alınmıştır. Kök boyunda ise en yüksek sonuç 1. dönem su uygulamasından alınırken, en düşük değer 1. dönem tam doz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.22).

Semizotu yetiştiriciliğinde farklı yetiştirme dönemlerinin yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak kuru yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak ve kök kuru ağırlık yüzdesi hariç, diğer yaş ve kuru ağırlık değerleri 2. dönem yetiştiricilikte daha yüksek bulunmuştur. Birinci dönemde yaprak ve kök biyomasi düşük kalmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki biyomasına etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Yaprak			Kök		
		yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)	yaş ağırlık (g)	kuru ağırlık (g)	kuru ağırlık (%)
1. Dönem		1.66 b	0.12 b	7.73 a	0.06 b	0.007 b	12.40
2. Dönem		4.71 a	0.25 a	5.63 b	0.39 a	0.041 a	11.96
	Tam Doz	3.84 a	0.21 a	6.21	0.22	0.027 a	12.81
	Yarım Doz	3.20 ab	0.18 ab	6.85	0.24	0.027 a	11.45
	Yok (Su)	1.86 b	0.13 b	6.76	0.23	0.019 b	12.28
1. Dönem	Tam Doz	1.93 c	0.14 c	7.35 ab	0.06 b	0.009 bc	13.65
	Yarım Doz	1.57 c	0.12 c	8.56 a	0.06 b	0.006 c	11.28
	Yok (Su)	1.29 c	0.09 c	6.85 bc	0.05 b	0.007 c	12.28
2. Dönem	Tam Doz	5.74 a	0.29 a	5.07 c	0.38 a	0.046 a	11.96
	Yarım Doz	4.83 ab	0.25 ab	5.15 c	0.41 a	0.048 a	11.63
	Yok (Su)	2.44 bc	0.16 bc	6.68 c	0.39 a	0.030 ab	12.28
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	**	*	**	*	<i>öd</i>
	<i>Doz</i>	*	*	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*	<i>öd</i>
	<i>Dönem × Doz</i>	*	*	*	*	*	<i>öd</i>

Uygulanan besin elementi dozunun yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile, kök kuru ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Yaprak yaş ağırlığında tam doz uygulaması en yüksek değeri verirken bu sırayı yarım doz ve su uygulamaları izlemiştir. Kök yaş ağırlığında uygulamalar arasında bir farklılık olmamıştır (Çizelge 4.23).

Dönem × doz interaksiyonunun yaprak ve kök biyoması üzerine etkisi kök kuru ağırlık yüzdesi hariç önemli bulunmuştur. İkinci dönem değerleri daha yüksek olmakla birlikte, en yüksek yaprak yaş ve kuru ağırlığı 2. dönem tam ve yarım doz uygulamalarında, kök yaş ve kuru ağırlığı 2. dönem tam doz, yarım doz ve su uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

4.6.2. Verim değerleri

Semizotu yetiştiriciliğinde yetiştirme dönemlerinde 1. dönemde 08.02.2017, 16.02.2017 ve 03.03.2017 tarihlerinde; 2. dönemde 28.03.2017, 07.04.2017 ve 17.04.2017 tarihlerinde üçer hasat yapılmıştır. Dönem, besin solüsyonu element dozu ana ve interaksiyon etkilerinin her hasattan alınan ve toplam verime olan etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24). Tüm hasatlarda ve toplam verimde 2. dönemden elde edilen verim değerleri 1. dönemden elde edilen verim

değerlerinden yüksek bulunmuştur. Birinci dönemde sera içi sıcaklıkları semizotu yetiştiriciliği için düşük olmuş ve verimde düşüşler yaşanmıştır. Bu nedenle toplam verimde 2. dönemden elde edilen verim 1. döneme göre 3.8 kat artış göstermiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin hasat başına alınan değerler ve toplam verim değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	1. hasat verimi (g/m ²)	2. hasat verimi (g/m ²)	3. hasat verimi (g/m ²)	TOPLAM VERİM (g/m ²)
1. Dönem		1707.4 b	833.6 b	855.8 b	1679.4 b
2. Dönem		2402.3 a	1605.8 a	2406.9 a	6415.1 a
	Tam Doz	2445.9 a	1595.5 a	1810.1 a	5022.7 a
	Yarım Doz	2447.4 a	1076.5 a	1748.6 a	4154.9 a
	Yok (Su)	858.0 b	754.6 b	843.5 b	1881.0 b
1. Dönem	Tam Doz	1888.5 b	898.9 b	954.3 c	1888.5 b
	Yarım Doz	2573.6 ab	897.6 b	897.6 c	2070.3 b
	Yok (Su)	479.1 c	575.1 b	575.1 c	479.1 b
2. Dönem	Tam Doz	3003.2 a	2292.1 a	2292.1 ab	8157.0 a
	Yarım Doz	2384.3 ab	1255.4 ab	2599.7 a	6239.3 a
	Yok (Su)	1237.0 bc	934.2 ab	1111.9 bc	3283.0 b
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	*	*	**	**
	<i>Doz</i>	**	*	**	**
	<i>Dönem×Doz</i>	*	*	*	*

Besin solüsyonuna ilave edilen besin elementi dozunun tam doz ve yarım doz olduğu uygulamalarda verim daha yüksek olmuş, bunu toplam verimde tam doz uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer alan yarım doz ve besin solüsyonu uygulanmayan suda yetiştirilen bitkiler izlemiştir. Verim azalışı tam doza kıyasla yarım doz ve su uygulamasında toplam verimde sırası ile %17.2 ve 62.5 olmuştur (Çizelge 4.24).

İnteraksiyon altında da benzer durum ile karşılaşılmış; besin solüsyonu dozu azaldıkça verim azalmıştır. En yüksek verim 2. dönem tam toz ve takiben yarım doz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

4.6.3. Kalite parametreleri

Semizotu yetiştiriciliğinde renk değerlerinden b* ve Chroma° farklı yetiştirme dönemlerinden etkilenmiş; 1. dönemde yapılan yetiştiricilikteki bitkilerde daha yüksek olmuştur. Buna göre 1. dönem bitkileri daha doygun koyu

bir yeşil renge sahip olmuştur. Yetiştirme döneminin L, a*, a/b ve Hue° değerlerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak renk değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi						
	Dozu	L	a*	b*	a/b	Hue°	Chroma°
1. Dönem		42.81	-13.07	22.57 a	-0.63	122.00	26.60 a
2. Dönem		42.56	-12.90	19.87 b	-0.65	122.98	23.69 b
	Tam Doz	42.76	-13.63 b	21.21 a	-0.64	122.74	25.22 a
	Yarım Doz	43.07	-14.04 b	22.41 a	-0.63	122.17	26.46 a
	Yok (Su)	41.77	-12.08 a	18.83 b	-0.64	122.62	22.38 b
1. Dönem	Tam Doz	43.58	-14.12 bc	22.45 ab	-0.63 ab	122.14 ab	26.52 ab
	Yarım Doz	42.33	-14.56 c	24.14 a	-0.60 a	121.13 b	28.19 a
	Yok (Su)	42.24	-12.99 b	19.66 bc	-0.66 ab	123.44 a	23.56 bc
2. Dönem	Tam Doz	41.94	-13.14 b	19.98 bc	-0.66 b	123.34 a	23.91 bc
	Yarım Doz	43.80	-13.53 b	20.69 bc	-0.65 b	123.21 a	24.72 bc
	Yok (Su)	41.31	-11.17 a	18.01 c	-0.62 ab	121.79 ab	21.19 c
P değerler	Dönem	öd	öd	**	öd	öd	**
	Doz	öd	**	**	öd	öd	**
	Dönem×Doz	öd	*	*	*	*	*

Farklı besin elementi doz uygulamasıda a*, b* ve Chroma° değerlerini etkilemiş, a* değerinde su uygulaması en yüksek sonucu verirken, tam doz ve yarım doz uygulamaları aynı istatistiki düzeyde öneme sahip olup bu sırayı takip etmiştir. b* ve Chroma° değerlerinde ise yarım doz uygulaması ve tam doz uygulaması aralarında istatistiki fark olmaksızın en yüksek sonucu verirken, su uygulaması en düşük sonucu vermiştir. Su uygulamasındaki bitkilerin yaprakları daha açık renkli olmuştur. Besin elementi dozunun L, a/b ve Hue° değerlerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Dönem × doz interaksiyonunun L değeri hariç ölçülen diğer renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki dönemde de su uygulamaları daha açık yeşil renge sahip olmuştur (Çizelge 4.25).

Yetiştirme döneminin yaprak klorofil (SPAD) içeriği üzerine etkisi önemsiz olmuş, ancak besin solüsyonu dozu ve interaksiyon etkisi klorofil içeriğini etkilemiştir. Uygulamalar arasında 1. dönem tam doz bitkileri en yüksek yaprak klorofil (SPAD) değerine sahip olmuştur. Toplam klorofil değeri dönem farkından

ve interaksyondan etkilenmiştir. İkinci dönemde yetiştirilen bitkiler ile yarım doz uygulamasında yetiştirilen bitkiler daha yüksek klorofil içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin kalite değerlerine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Klorofil (SPAD)	Toplam klorofil (mg/g)	Nitrat (mg/kg)	Vitamin C (mg/100 g)
1. Dönem		32.37	1.01 b	517.0	30.74 b
2. Dönem		33.94	1.51 a	595.7	37.52 a
	Tam Doz	34.77 a	1.26	642.7 a	31.75 b
	Yarım Doz	32.42 b	1.29	525.2 ab	32.07 b
	Yok (Su)	33.22 b	1.23	455.95 b	43.00 a
1. Dönem	Tam Doz	35.04 a	1.04 c	643.4 a	34.11 b
	Yarım Doz	30.34 bc	1.07 bc	482.8 ab	26.27 b
	Yok (Su)	29.81 c	0.91 b c	378.7 b	32.92 b
2. Dönem	Tam Doz	34.50 abc	1.47 abc	642.1 a	29.40 b
	Yarım Doz	34.50 abc	1.52 ab	588.7 ab	37.87 ab
	Yok (Su)	34.93 ab	1.54 a	533.20 ab	53.07 a
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	**	<i>öd</i>	*
	<i>Doz</i>	**	<i>öd</i>	*	*
	<i>Dönem × Doz</i>	*	*	*	*

Yaprak nitrat içeriği üzerine dönemin etkisi önemsiz çıkmakla birlikte, doz etkisi önemli bulunmuştur. Tam doz uygulamasında en yüksek yaprak nitrat içeriği elde edilmiş, her iki dönemde de besin solüsyonuna uygulanan element konsantrasyonu azaldıkça yaprak nitrat içeriği azalmıştır (Çizelge 4.26).

Yaprak vitamin C içeriği üzerine dönem ve doz uygulamalarının ana ve interaksyon etkisi önemli farklılık yaratmıştır. Dönemler içinde 2. dönem, doz uygulamaları arasında besin solüsyonu içermeyen su uygulamasında vitamin C değeri yüksek bulunmuştur. Dönem × doz interaksyonunda 2. dönem su ve akabinde yarım doz uygulaması en yüksek vitamin C değerini vermiştir (Çizelge 4.26).

4.6.4. Yaprak besin element içeriği

Semizotu yaprak besin maddesi içeriğine yetiştirme döneminin etkisi sadece Fe elementinde olmuş, 1. dönemde bitkilerinin yaprak Fe içeriği, 2. dönemde

yetiştirilen bitkilerden %26.6 daha yüksek sonuç olmuştur. Yetiştirme döneminin N, P, K, Ca ve Mg elementleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin yaprak besin maddesi içeriğine etkisi

Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)
1. Dönem		4.37	0.72	6.54	1.48	1.30	101.52 a
2. Dönem		4.31	0.72	5.81	1.81	1.28	80.18 b
	Tam Doz	4.62 b	1.03 a	9.63 a	1.01 b	1.24	113.00 a
	Yarım Doz	4.34 a	0.84 a	6.93 a	1.51 ab	1.26	107.73 a
	Yok (Su)	4.07 c	0.29 b	1.95 b	2.41 a	1.38	51.83 b
1. Dönem	Tam Doz	4.55 ab	1.06 a	10.51 a	0.83 b	1.18 b	133.75 a
	Yarım Doz	4.28 bcd	0.86 b	7.64 bc	1.53 ab	1.22 ab	119.60 ab
	Yok (Su)	4.15 cd	0.24 c	1.46 d	2.07 ab	1.52 a	51.20 c
2. Dönem	Tam Doz	4.69 a	0.99 ab	8.76 ab	1.18 b	1.30 ab	92.25 b
	Yarım Doz	4.40 abc	0.83 b	6.23 c	1.48 ab	1.31 ab	95.85 b
	Yok (Su)	3.99 d	0.33 c	2.43 d	2.76 a	1.24 ab	52.45 c
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	<i>*</i>
	<i>Doz</i>	<i>**</i>	<i>**</i>	<i>**</i>	<i>*</i>	<i>*</i>	<i>**</i>
	<i>Dönem × Doz</i>	<i>*</i>	<i>**</i>	<i>**</i>	<i>*</i>	<i>*</i>	<i>*</i>

Uygulanan besin solüsyonu element dozu Mg elementi hariç diğer tüm ölçülen elementlerde 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. Yaprak Ca içeriği ise su uygulamasında en yüksek değere ulaşırken tam doz ve yarım doz uygulaması aynı önem düzeyinde yer alıp su uygulamasından daha düşük değerde olmuştur (Çizelge 4.27).

Dönem × doz interaksiyonunun ölçülen yaprak besin maddesi içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. N, P, K ve Fe element içeriği besin solüsyonu dozu azaldıkça azalma göstermiş, Ca ve Mg elementi (Mg'da 2. dönem hariç) artma göstermiştir (Çizelge 4.27).

4.6.5. Bitki su tüketimi

Semizotu yetiştiriciliğinde de farklı yetiştirme döneminin uygulanan ve tüketilen su miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Roka, ıspanak ve kuzukulağı yetiştiriciliğine benzer şekilde 2. dönemde yapılan yetiştiricilikte 1. dönemde yapılan yetiştiriciliğe göre %14.3 daha fazla su uygulanmış ve %25.1 fazla su tüketilmiştir. Yetiştirme döneminin atılan su miktarı üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Semizotunda farklı besin solüsyonu dozu ve yetiştirme döneminin bitki su tüketimine etkisi

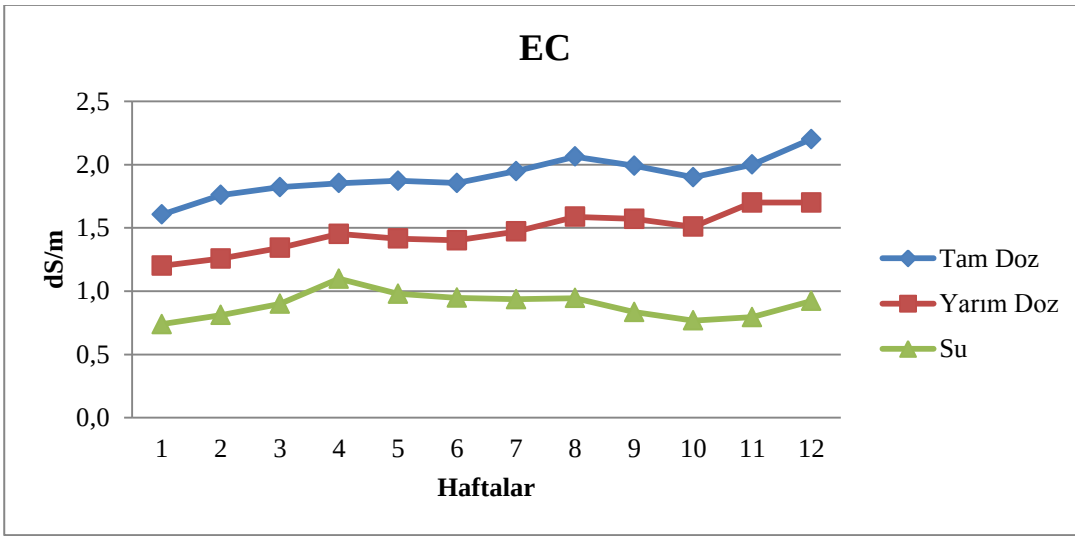
Yetiştirme Dönemi	Besin Elementi Dozu	Uygulanan (L/bitki)	Atılan (L/bitki)	Tüketilen (L/bitki)
1. Dönem		0.343 b	0.156	0.187 b
2. Dönem		0.392 a	0.157	0.234 a
	Tam Doz	0.363	0.149 b	0.214 a
	Yarım Doz	0.383	0.148 b	0.235 a
	Yok (Su)	0.357	0.174 a	0.183 b
1. Dönem	Tam Doz	0.346	0.153	0.193 bc
	Yarım Doz	0.357	0.142	0.215 ab
	Yok (Su)	0.346	0.174	0.153 c
2. Dönem	Tam Doz	0.380	0.145	0.235 ab
	Yarım Doz	0.409	0.154	0.255 a
	Yok (Su)	0.387	0.174	0.213 ab
<i>P değerleri</i>	<i>Dönem</i>	**	<i>öd</i>	**
	<i>Doz</i>	<i>öd</i>	**	**
	<i>Dönem×Doz</i>	<i>öd</i>	<i>öd</i>	*

Besin elementi dozunun atılan ve tüketilen su miktarları üzerine etkisi önemli olmuştur. Tüketilen su miktarları tam doz ve yarım doz uygulamalarında fazla olmuş, atılan su miktarında ise su uygulamasında fazla olmuştur. Besin solüsyonuna eklenen tam ve yarım doz besin elementleri bitkilerin su tüketimlerinde bir farklılık yaratmamıştır (Çizelge 4.28).

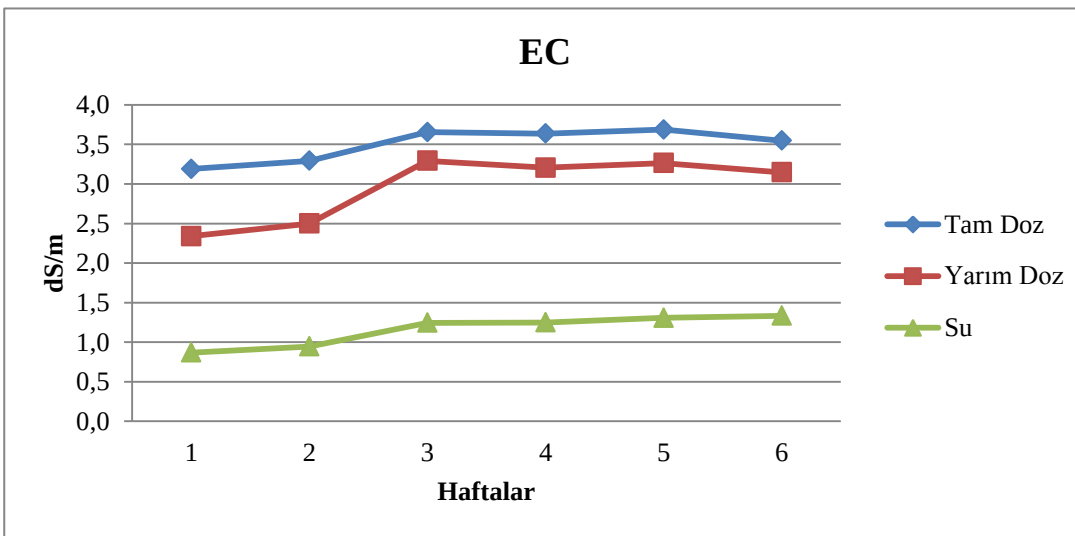
İnteraksiyonun uygulanan ve atılan su miktarları üzerine etkisi önemsiz bulunmuş; tüketilen su miktarları 0.153 (1. dönem x su) ile 0.255 (2. dönem x yarım doz) L/bitki arasında değişmiştir (Çizelge 4.28).

4.6.6. Besin solüsyonu EC ve pH değerleri

Uygulanan besin solüsyonu EC değerleri 1. dönemde su uygulamasında 0.74-1.10 dS/m, yarım doz uygulamasında 1.20-1.70 dS/m ve tam doz uygulamasında 1.61-2.20 dS/m arasında; 2. dönemde su uygulamasında 0.87-1.33 dS/m, yarım doz uygulamasında 2.34-3.29 dS/m ve tam doz uygulamasında 3.19-3.69 dS/m arasında değişmiştir. Semizotu yetiştiriciliğinde her iki dönemde de en yüksek EC değeri tam doz uygulamasından elde edilmiş olup, yarım doz ve su uygulaması bu sırayı takip etmiştir (Şekil 4.19 ve 4.20).

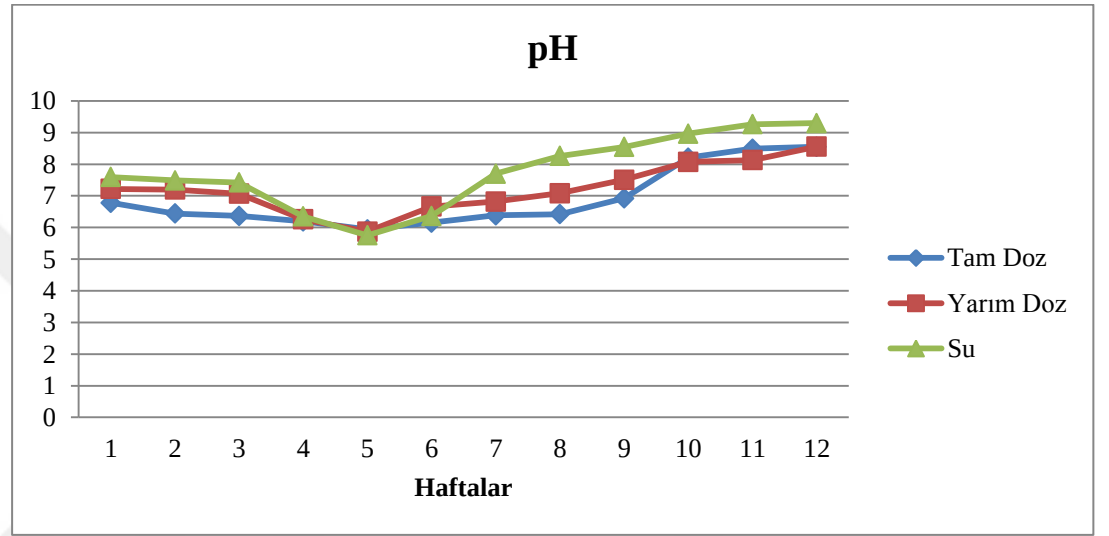


Şekil 4.19. Semizotunda besin solüsyonu EC değerlerinin haftalık değişimi (1. dönem)

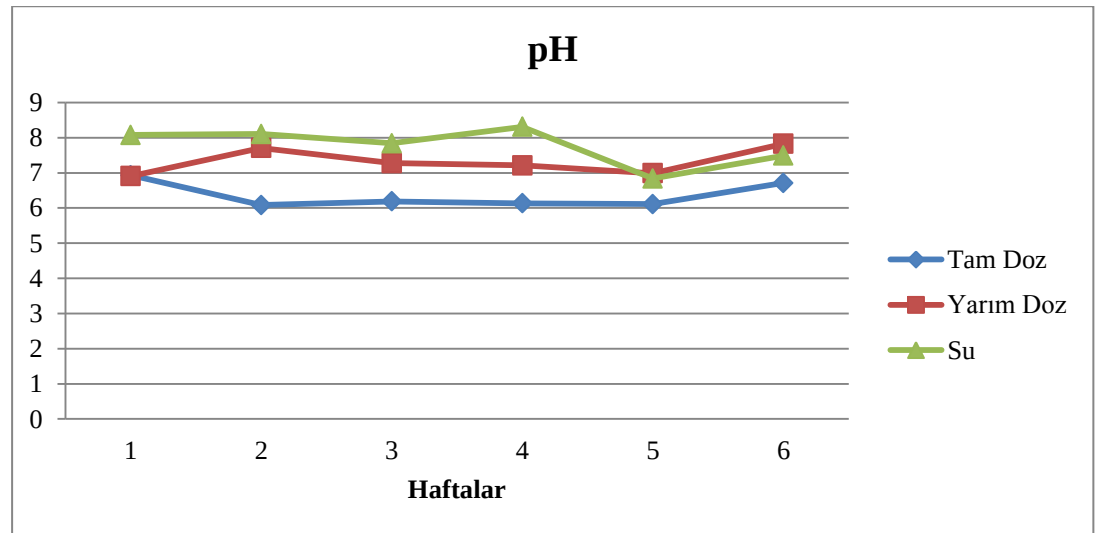


Şekil 4.20. Semizotunda besin solüsyonu EC değerlerinin haftalık değişimi (2. dönem)

Uygulanan besin solüsyonu pH değeri ise haftada 2 kez yapılan ölçümlerde 1. dönemde su uygulamasında 5.76-9.30, yarım doz uygulamasında 5.87-8.56 ve tam doz uygulamasında 5.94-8.55 pH arasında; 2. dönemde su uygulamasında 6.84-8.31, yarım doz uygulamasında 6.91-7.83 ve tam doz uygulamasında 6.08-6.93 pH arasında değişiklik göstermiştir. Semizotu yetiştiriciliğinde de her iki dönemde de en yüksek pH değeri su uygulamasından elde edilmiş olup yarım doz ve tam doz uygulamaları bu sırayı izlemiştir (Şekil 4.21 ve 4.22).



Şekil 4.21. Semizotunda besin solüsyonu pH değerlerinin haftalık değişimi (1. dönem)



Şekil 4.22. Semizotunda besin solüsyonu pH değerlerinin haftalık değişimi (2. dönem)

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Minyatür yapraklı sebzeler taze market ürünleri olarak ya da kullanıma/tüketime hazır salatalar olarak her geçen gün tüketicilerin ilgisini artan oranda çekmektedir. Su kültürü sistemleri içerisinde besin solüsyonunun resirküle edildiği yüzen su kültürü kolay ve ucuz olması nedeni ile topraklı tarıma alternatif olmakta; yüksek su ve besin maddesi kullanım etkinliği ve düşük çevresel etkisi nedeni ile tercih edilmektedir. Ancak yüzen su kültürü ile yürütülen çalışmaların çoğunda (Vernieri et al., 2005; Cocetta et al., 2007; Alberici et al., 2008; Duyar and Kılıç, 2016) yaprakları yenilen sebzeler için Hoagland besin solüsyonu (Resh, 2013) kullanılmaktadır. Hoagland besin solüsyonu kısa sürede hasat edilen yaprakları tüketilen sebzeler için iyi bir kalite sağlamasına rağmen, bu besin solüsyonunun uzun dönem için ve yüksek toplam verim eldesi adına domates için geliştirilmiş olduğu bilinmektedir. Bu durumda yaprakları tüketilen sebzeler için kullanıldığında etkinliği tartışılmakta ve hasat sonrası atılan dolayısıyla çevre kirliliğine yol açabilecek besin elementi (gübre) miktarı oldukça fazladır (Alberici et al., 2008). Yürütülen bu çalışmada yukarıda belirtilen nedenler ile yaprakları tüketilen bazı sebzelerin (roka, ıspanak, kuzukulağı ve semizotu) yüzen su kültürü sisteminde üretim olanaklarının araştırılması; marul için kullanılan besin solüsyonunun (Gül, 2008) yeşilliklerin üretimine uygunluğunun belirlenmesi; besin çözeltisi konsantrasyonunun seyreltilmesinin (komple element içerikli besin solüsyonu “tam doz”, makro elementleri %50 azaltılmış “yarım doz” ve gübresiz “su”) ürün verimi, bitki gelişimi, su tüketimi, kalitesi ile yapraklarının nitrat, vitamin C ve besin elementi içeriğine etkilerinin saptanması amaçlanmış ve çalışma ısıtmasız sera koşullarında, kış-erken ilkbahar döneminde arka arkaya iki üretim şeklinde yürütülmüştür.

İki dönemden elde edilen bitki gelişim verileri uygulamaların ıspanak hariç yaprak kalınlıkları arasında önemli bir farklılık yaratmadığını ancak en kalın yaprakların tam dozda yetiştirilen bitkilerden alındığını; gövde çapı, bitki boyu, yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlıklarında istatistiksel farklılıkların görüldüğü, genel eğilimin besin solüsyonu dozu azaldıkça bitki gelişiminin azaldığı yönünde olduğu görülmüştür. Genellikle tam ve yarım doz uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılık olmamakla beraber tam doz bitkileri daha fazla bitki

gelişimi göstermiş, suda yetişen bitkilerin gelişimi zayıf kalmıştır. Yapılan önceki çalışmalar da besin solüsyonundaki makro element dozu azaldıkça bitki gelişiminin azaldığını göstermektedir. Nitekim, Cocetta et al. (2007), ıspanakta Hoagland besin solüsyonunun makro element konsantrasyonunun %10, 25 ve 50'sinin kullanıldığı durumda, en düşük bitki gelişiminin en az makro element içeriğine sahip olan %10'luk besin solüsyonunda olduğunu belirtmiştir. D'Anna et al. (2003) kontrol ve tuz uygulanmış (EC: 3.8 dS/m) besin solüsyonunda yetiştirilen roka bitkilerinin yaprak alanının suda yetiştirilen bitkilerinkinden fazla olduğunu, dolayısı ile bitki gelişiminin besin solüsyonunda element içeriği azaldıkça azaldığını belirtmişlerdir. Gonella et al. (2004), kuzu marulunda nitrat içeriğini azaltmak için hasattan 3 gün önce suda beklettikleri bitkilerde bitki boyunun besin solüsyonunda yetiştirilen bitkilere kıyasla istatistiksel önemde olmasa da azaldığını, kuru madde içeriğinin ise arttığını belirtmişlerdir. Yürütülen çalışmada kök boyunun ise diğer bitki gelişim parametrelerinden farklı bir durum gösterdiği; 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 içgüdüsünden (Taiz and Zeiger, 2008) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, bitki gelişimlerinin besin solüsyonu konsantrasyonu yanında yetiştirme dönemine göre değişen sıcaklığa bağlı olarak da değiştiğini göstermiştir. Benzer sonuç, Alberici et al. (2008) tarafından salata, kuzu marulu, roka ve ıspanakta bahar (Haziran), yaz (Eylül) ve kış (Ekim-Kasım) dönemlerinde yürüttükleri çalışmadan da elde edilmiştir. Araştırmacılar türlerin farklı yetiştirme periyotlarından etkilendiğini belirtmişlerdir. Yürütülen çalışmada 2. dönemde elde edilen bitki gelişimi ve dolayısı ile verim değerleri 1. dönemdekinden yüksek olmuştur. Birinci dönemde sera içi ortalama sıcaklıkları 3.0 ile 22.2 (ort. 11.3 °C) arasında değişmiş, minimum -2.4 °C, maksimum 44.2 °C olmuştur. İkinci dönemde ise ortalama sıcaklıklar 12.1 ile 26.7°C arasında değişmiş (ort. 19.8 °C), minimum 2.4°C, maksimum 55.1°C olmuştur (Şekil 4.1 ve 4.2). İkinci dönemde elde edilen yüksek sıcaklıklar bitki gelişimini teşvik etmiştir. Optimum gelişme sıcaklıklarının rokada 18-20°C (Alberici et al., 2008)

olduğu 10°C'nin altında gelişmenin durduğu (Eşiyok, 2012); ıspanakta 10-18°C (Alberici et al., 2008) olduğu, 20°C kadar çıkabildiği (Eşiyok, 2012); kuzu kulağının serin iklimde (Iannotti, 2017), semizotunda 15-20°C (Eşiyok, 2012) iyi geliştiği bilinmektedir. Buna göre denemenin ikinci yetiştirme periyodunun söz konusu bitkileri yetiştirmek için daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Minyatür yapraklı sebzelerin yüzen su kültüründe yetiştirilmesi çevresel faktörlere göre değişmekle 3-6 hafta erkencilik sağlamaktadır (Gonella et al., 2003 & 2004). Roka, ıspanak, semizotu ve kuzukulağı için klasik yetiştiricilikte tohum ekiminden sonraki hasat süresi ortalama 40-60 gün olarak verilmekteyken (Günay, 2005; Eşiyok, 2012; Iannotti, 2017), yürütülen çalışmada yüzen su kültürü ile özellikle 2. dönemde tohum ekiminden 4 hafta sonra hasatlar gerçekleştirilmiştir. Conte et al. (2008), yüzen su kültüründe ıspanak yetiştirdikleri çalışmalarında çevresel koşullara bağlı olmak koşulu ile 3 ile 6 hafta erkencilik sağladıklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Cocetta et al. (2007) ıspanak bitkisinde tohum ekiminden 34 gün sonra ilk hasatlarını gerçekleştirmişlerdir. D'Anna et al. (2003) rokada yaptıkları yetiştiricilikte tohum ekiminden 7 gün sonra tüm bitkilerin çıktığını ve çok hızlı gelişme göstererek 4 haftada hasada geldiklerini belirtmiştir. Yürütülen çalışmanın 1. döneminde roka ve ıspanak belirtildiği gibi 3-4 hafta sonra hasada gelirken, kuzukulağı ve özellikle semizotu 8-9 hafta sonra hasada gelmiştir. Bu farklılığın yetiştirme dönemindeki düşük sıcaklıkların kuzukulağı ve semizotu için yeterli olmaması nedeni ile bitki gelişimlerinin yavaş seyretmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Eşiyok, 2012).

İki dönem ortalamasında elde edilen toplam verim değerleri tam doz, yarım doz ve su uygulamasında sırası ile rokada 3817.9, 2968.9 ve 1510.7 g/m²; ıspanakta 3912.8, 3247.6 ve 982.2 g/m²; kuzukulağında 4786.9, 4605.5 ve 1749.2 g/m²; semizotunda 5022.7, 4154.9 ve 1881.0 g/m² olmuştur. Toplam verim değerleri uygulamalara göre değişmekle birlikte, yüzen su kültüründe yürütülen çalışmalardan elde edilen verim değerlerinin kullanılan çeşide, yetiştirme dönemindeki sıcaklıklara, birim alandaki (bitki/m²) bitki sayısına, hasat edilen bitki uzunluğuna ve üretim periyodunda kaç defa hasat yapıldığına göre değiştiği belirtilmiştir. Jakse et al., (2013) rokada 12-14 cm boyda 3-4 yapraklı hasat

ettikleri rokalarda verimi 1.53-2.51 kg/m² olarak; D'Anna et al. (2003), rokada 23.1 cm boyda ve m²'de 474 bitki olan çalışmasında verim değerini 3.3-3.8 kg/m² olarak; Alberici et al. (2008), 1150 bitki/m² bitki yoğunluğunda yetiştirdiği ve 12 cm boyda tek seferde hasat ettiği bitkilerde verim değerinin yetiştirilen zamana göre değişmekle birlikte rokada 1190-1901 g/m², ıspanakta 832-1748 g/m² olarak belirlemiştir. Yine Cocetta et al. (2007), 1150 bitki/m² bitki yoğunluğunda 10-15 cm boy aralığında hasat ettikleri ıspanaklarda verim değerlerinin 1130-1500 g/m² olduğunu belirtmiştir. Semizotunda yüzen su kültürüne tohum ekimi için çizileri bulunan özel viyollerde yapılan yetiştiricilikte bitkiler 3.1 ile 8.2 cm boy aralığında tek seferde hasat edilmiş ve verim değerleri çeşitlere göre değişmekle beraber 0.60 ile 1.68 kg/m² arasında değişmiştir (Kaşkar et al., 2009). Araştırmacılar söz konusu verim değerlerinin bitkilerin yüzen su kültürüne aktarımından 13 gün sonra yani kısa dönem yetiştiricilikten elde edildiğini belirtmişlerdir. Charfeddine (2004), ise yüzen su kültüründe semizotu yetiştiriciliğinde 69 ve 89 gün gibi uzun dönem yetiştiricilik yapıldığında birkaç kez hasat yapılabileceğini ve böylece verim değerlerinin 9.2 ile 15.1 kg/m²'ye çıkabileceğini belirtmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada üretilen yeşillikler 210'luk viyollerde (33 cm x 66.5 cm) m²'de 957 bitki olacak şekilde yetiştirilmiş ve her iki dönemde de 3 hasat yapılmıştır. İki dönem içinde bitki boyları roka ve kuzukulağında 13-16 cm (ort. 14.5 cm), ıspanakta 10-13 cm (ort. 12 cm) ve semizotunda 10-17 cm (ort. 13.5 cm) olduğunda hasatlar yapılmıştır. Bu bilgiler dahilinde elde ettiğimiz verim değerlerinin yüzen su kültüründe yetiştirilen yeşilliklerle yapılan önceki çalışmalara (D'Anna et al., 2003; Vernieri et al., 2005; Cocetta et al., 2007; Alberici et al., 2008; Kaşkar et al., 2009; Rodriguez-Hidalgo et al., 2010; Duyar and Kılıç, 2016) göre yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte yüzen su kültüründen elde ettiğimiz verim değerlerinin topraklı yetiştiricilikte elde edilen verimden yüksek olduğu belirlenmiştir. Eşiyok (2012) toprakta yapılan yetiştiricilikte roka veriminin 2500-3500 g/m², ıspanak veriminin 1500-3000 g/m², semizotu veriminin 4000-4500 g/m² olduğunu belirtmiştir.

Besin solüsyonu konsantrasyonunun toplam verimi etkilediği, besin solüsyonu element içeriği azaldıkça verim değerlerinin 4 türde de azaldığı görülmüştür. Aralarında istatistiksel bir farklılık olmamakla beraber tam doz uygulamasında yetiştirilen bitkilerin verimi yarım doz uygulamasından rokada

%28.6, ıspanakta %20.5, semizotunda %20.9, kuzukulağında %3.9 oranında yüksek olmuştur. Yüzen su kültüründe besin solüsyonu dozunun azaltılması şeklinde rokada (Vernieri et al., 2005; Alberici et al., 2008; Duyar and Kılıç, 2016), ıspanakta (Cocetta et al., 2007; Alberici et al., 2008), marul ve kuzu marulunda (Alberici et al., 2008), maydanozda (Duyar and Kılıç, 2016) yürütülen çalışmalar, besin solüsyonu dozu azaldıkça azalan orana bağlı olarak verimde %20-50 arasında değişen oranlarda düşüşler olduğunu göstermiştir. Cocetta et al. (2007), Hoagland besin solüsyonunun %50, %25 ve %10 konsantrasyonlarını denediği çalışmasında doz oranı arttıkça verimin arttığını ve ıspanak bitkilerinin veriminin sırası ile 1.5, 1.4 ve 1.1 kg/m² olduğunu belirtmiştir. %25'lik konsantrasyon farklı istatistiksel grupta bulunan %10'luk ve %50'lik konsantrasyon ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Bu durumda araştırmacılar, %25'lik konsantrasyonun minyatür yapraklı ıspanak yetiştiriciliğinde verimde azaltma meydana getirmediği ve yaprak nitrat içeriğini de arttırmadığı için uygun olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı nedenlerle Alberici et al. (2008) besin solüsyonu reçetesinde makro elementlerin oranını %50 ve %25 oranında azalttığında kontrol solüsyonuna göre (%100) türlere göre değişen oranlarda verim azalmalarının olduğunu, denemeye alınan türler (ıspanak, roka, marul, kuzu marulu) için %25'lik konsantrasyonun tavsiye edilebilir olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Duyar and 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 belirtmişlerdir. Yürütülen çalışmada da benzer durum gözlenmiş, toplam verim değerlerinin dönemsel farklılıktan etkilenmekle beraber tam doz ve yarım doz arasında istatistiksel bir farklılık yaratmadığı, gübre tasarrufu ve sistem maliyetini azaltmak adına yarım dozun önerilebileceği belirtilmiştir.

Yaprak renk değerleri dönemsel farklılık göstermekle birlikte tür bazında uygulamalar arasında ve interaksyonda çok büyük farklılıklar göstermemiştir. İkinci dönem yapılan yetiştiricilikte bitkiler -semizotu hariç- daha koyu ve daha parlak bir yeşil renge sahip olmuşlardır. Doz uygulaması sadece semizotunda L ve renk bileşenlerinde önemli bir parametre olan a/b oranını etkilemiş; tam doz uygulaması daha düşük L ve a/b oranına sahip olmuştur. Duyar and Kılıç (2016),

sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde roka ve maydanozda yaptıkları çalışmada L, Hue° ve Chroma° değerleri üzerine besin solüsyonu doz uygulamasının önemli bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Ancak marul yetiştiriciliğinde topraklı tarım ile yüzen su kültürünün karşılaştırıldığı bir denemede ilk yıl yaprak L, a*, b*, Hue° ve Chroma° değerlerinde bir farklılık görülmezken, ikinci yıl yüzen su kültüründe yetiştirilen bitkilerin daha parlak (yüksek L), daha koyu (düşük a), ve daha doymuş (yüksek Chroma°) bir yeşil renge sahip olduğu belirlenmiştir (Frezza et al., 2005). Yine yüzen su kültüründe marul yetiştiriciliğinde 2, 18, 34, 50 ve 66 mequiv/L konsantrasyonlarda besin solüsyonunun denendiği bir çalışmada, yetiştirme sezonunun (ilkbahar ve yaz) yaprak L, a* ve b* değerlerini etkilediği; besin solüsyonu konsantrasyonunun ise L ve a* değerini quadratik, b* değerini linear olarak etkilediğini ancak interaksyonun her üç parametre içinde önemsiz olduğunu belirtmiştir (Fallico et al., 2009).

Yaprakların yeşil rengini belirleyen a değeri ile toplam klorofil değerleri paralellik göstermiştir. a değeri düşük olan ve koyu renge sahip olan dönem ve uygulamalarda gerek SPAD şeklinde ölçülen klorofil değeri ve gerekse toplam klorofil içeriği yüksek bulunmuştur. Rokada SPAD değeri 28.2 ile 30.7, ıspanakta 44.4 ile 55.1, kuzukulağında 23.8 ile 30.7 ve semizotunda 29.8 ile 35.0 arasında değişirken, toplam klorofil (klorofil a+b) miktarları türlere göre sırası ile 1.15-1.32, 1.15-1.73, 0.89-1.52 ve 0.91-1.54 ve mg/g arasında değişim göstermiştir. Elde edilen bu değerler önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur (Cocetta et al., 2007; Franco et al., 2011). SPAD değeri besin solüsyonu doz değişiminden sadece rokada etkilenmemiş, diğer türlerde doz azaldıkça SPAD değerinin azaldığı görülmüştür. Toplam klorofil değeri ise roka, kuzukulağı ve semizotunda doz farkından etkilenmezken, en yüksek değerler tam doz uygulamasından alınmıştır. Ispanakta ise doz azaldıkça toplam klorofil miktarı istatistiksel olarak azalmıştır. Yürütülen önceki çalışmalarda bu konuda değişik sonuçlar elde edilmiştir. Cocetta et al. (2007) ıspanakta, Alberici et al. (2008) ıspanak ve rokada yürüttükleri çalışmalarında besin solüsyonu doz konsantrasyonunun yaprak toplam klorofil içeriğin etkilemediğini belirtirken; Vernieri et al. (2005) rokada yürüttüğü çalışmalarında ise besin solüsyonu dozu azaldıkça toplam klorofil miktarının azaldığını belirtmiştir. Benzer şekilde Fallico et al. (2009), yüzen su kültüründe bahar ve yaz aylarında marul yetiştirdikleri denemelerinde besin solüsyonu

element konsantrasyonunun artmasının yaprak toplam klorofil miktarını arttırdığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar marulda toplam klorofil miktarının bahar döneminde 482.5-677.4 mg/kg iken yaz döneminde artış gösterdiğini ve 655.3 ile 821.6 mg/kg arasında değiştiğini ancak dönem farkının istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettiğimiz değerler toplam klorofil miktarının 2. dönem yetiştiricilikte daha yüksek olduğunu ancak dönemsel farklılığın genellikle önemsiz olduğunu göstermiştir.

İnsan beslenmesinde oldukça önemli rolü olan vitamin C'nin (askorbik asit) yaprakları tüketilen sebzelerde 3 ile 110 mg/100 g taze ağırlık arasında değiştiği bildirilmiştir (McCance and Widdowson, 1991). Yaprakları tüketilen sebzelerin çoğunun (örn. roka, ıspanak..) iyi bir vitamin C kaynağı olduğu bilinmektedir (Conklin, 2004). Araştırma sonuçlarımız vitamin C içeriğinin rokada 25.45 ile 62.70 mg/100 g, ıspanakta 22.42 ile 68.60 mg/100 g, kuzukulağında 25.45 ile 35.67 mg/100 g ve semizotunda 26.27 ile 53.07 mg/100 g arasında değiştiğini göstermiştir. Yapılan önceki çalışmalarda bitkilerin vitamin C içeriğinin üretim zamanı ve yetiştirme koşullarına göre değiştiği (Eşiyok vd., 2006); farklı çalışmalardan farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Rokanın vitamin C içeriğini Duyar and Kılıç (2016) 0.08-0.18 mg/g, Branca (1994) 110 mg/100 g, Eşiyok vd. (2006) 40.53-70.98 mg/100 g olarak; ıspanağın vitamin C içeriğini Cocetta et al. (2014) 19.4 mg/100 g, Berquist et al. (2007) ve Çıtak vd. (2010) 25.0-71.0 mg/100 g, Bangash et al. (2011) 48 mg/100 g olarak belirlerken, Fujiwara et al. (2005) ise 120.0 mg/100 g'a kadar çıkabileceğini belirtmiştir. Semizotunun vitamin C içeriği ise Bangash et al. (2011) tarafından 10 mg/100 g, Oliveira et al. (2013) tarafından 38.56 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Kuzukulağının vitamin C içeriğinin ise 206.70 ile 268.8 µg/g arasında değişebileceği belirtilmiştir (Karataş, 2013). Bu verilere göre elde ettiğimiz vitamin C içerikleri roka ve ıspanak önceki çalışmalarda verilen maksimum sınır değerleri içinde kalmış, semizotu ve kuzukulağında ise biraz yüksek bulunmuştur. Roka ve kuzukulağında vitamin C içeriği 1. dönemde daha yüksek olurken ıspanak ve semizotunda 2. dönem yetiştiricilikte yüksek bulunmuştur. Doz uygulaması her 4 türde de yaprak vitamin C içeriğini etkilemiş, besin solüsyonu element konsantrasyonu azaldıkça vitamin C içeriği artmıştır (Duyar and Kılıç, 2016). Ispanak hariç diğer türlerde tam ve yarım doz arasında istatistiksel farklılık

görülmemiştir. Suda yetiştirilen bitkilerde Vitamin C içeriğinin daha yüksek olması bitkilerin besin stresine girmeleri ve stres koşullarında Vitamin C içeriklerini arttırması ile açıklanabilmektedir (Munzuroğlu vd., 2000).

Yaprakları tüketilen sebzelerin kalitesi denildiğinde duyuşsal özellikler (yaprak rengi, tazeliğı, albenisi vs) yanında nitrat gibi içşel özelliklerde önem arz etmektedir. Yeşil yaprakların nitrat içeriğı tehlike yaratmakta, beslenme yolu ile alınan nitrat nitrite dönüşerek toksik etkide bulunmakta, bu durum methaemoglobinaemia hastalığı ve kansere kadar gidebilmektedir (Tannenbaum and Correa, 1985; Kara, 1993; Özdestan 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 olabildiğı için yaprak nitrat içeriklerini azaltacak modifikasyonlar yapılabilmektedir. Araştırmacılar su kültüründe besin solüsyonu makro element miktarlarını azaltılarak (Cocetta et al., 2007), besin solüsyonunu seyrelterek (Vernieri et al., 2005), hasat öncesi birkaç gün bitkilerin suda bekleterek (Gonnella et al., 2004; Jakse et al., 2013), besin solüsyonunu havalandırarak (Lenzi et al., 2011), NO₃-N'ünü geri çekerek veya Cl, SO₄ veya NH₄ ile değıştirerek (Van Der Boon et al., 1990), amonyum azotunun Ca, SO₄ ve HPO₄ ile kombine edilerek kullanılmasının (D'Anna et al., 2003) yeşilliklerin nitrat içeriğinin azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Yürütölen bu çalışmada, yaprak nitrat içerikleri kuzukulağı hariç dönemsel farklılıktan etkilenmemiş; besin solüsyonu makro element dozu %50 oranında azaltılarak kullanılan yetiştiricilikte 4 türde de yaprak nitrat içeriğinin tam doza göre azaldığı saptanmıştır. En düşük nitrat içeriğı su uygulamasından elde edilmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar, su kültüründe besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça yaprak nitrat içeriğinin arttığını gösteren (Cocetta et al., 2007; Alberici et al., 2008; Fallavo et al., 2009; Duyar and Kılıç, 2016) önceki çalışmalar ile paralellik göstermiştir. Bu durum bitkinin nitrat taşıyıcı membran proteinleri aracılığı ile nitrat alımını arttırması ile açıklanabilmektedir. Söz konusu proteinler düşük ve yüksek çekimli taşıyıcı proteinler olarak sınıflandırılmakta ve görevleri yetiştirme ortamındaki farklı nitrat konsantrasyonlarına göre farklı gen ifadesi yaparak nitrat alımını sağlamaktadır. Eğer yetiştirme ortamında nitrat konsantrasyonu bitkinin isteğinden

düşük veya ona yakın bir oranda ise bu durumda bitki vakuolde depolanmış olan nitratı kullanarak nitrat konsantrasyonunu azaltmaktadır (Okamoto et al., 2006; Tsay et al., 2006; Antonacci et al., 2007; Alberici et al., 2008).

Yaprakları tüketilen sebzelerin çoğu yüksek oranda nitrat akümüle etmektedir. Bitkiler nitrat birikim durumuna göre düşük miktarda (0-200 mg/kg), orta miktarda (200-600 mg/kg) ve yüksek miktarda nitrat içerenler (600-4000 mg/kg) olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır (Certel vd., 2006). Birikim oranı genetik özellik yanında yetiştirme dönemi, ışık, sıcaklık, yetiştirme koşulları, gübreleme ve depolamadan etkilenmektedir (Premuzic et al., 2001; Ferezza et al., 2005; Magnani et al., 2007; Kim and Ishii et al., 2007). Çalışmada yetiştirme dönemine ve doz uygulamasına göre değişmekle birlikte yapraklarının nitrat içeriği rokada 2782.4-4106.3 mg/kg, ıspanakta 1177.2-1811.9 mg/kg, kuzukulağında 270.3-738.4 mg/kg ve semizotunda 378.7-643.4 mg/kg arasında değişmiştir. Su kültüründe yapılan roka yapraklarında çalışmalarda Magnani et al. (2008) çeşide ve yetiştirme dönemine bağlı olarak nitrat içeriğinin 903.4-2123.7 mg/kg olabileceğini; Alberici et al. (2008) 2500-3000 mg/g arasında olabileceğini, Vernieri et al. (2005) bu değer 4800 mg/kg olabileceğini, D'Anna et al. (2003) 4498-5029 mg/kg, Jakse et al. (2013) ise 4288-6764 mg/kg arasında değişebildiğini belirtmiştir. Roka kısa dönem yetiştirilen bir tür olmasına rağmen 10000 mg/kg'a kadar yapraklarında nitrat biriktirebilmektedir (Santamaria et al., 2001). Ispanakta ise yaprak nitrat içeriğinin 24.0-457.0 mg/kg (Shokrzadeh at al., 2007), 625 ile 1100 mg/kg (Cocetta et al., 2007) ve 1700-2200 mg/kg (Alberici et al., 2008) olabileceği belirtilmiştir. Semizotu yapraklarında yüksek oranda (>2500 mg/kg) nitrat biriktiren sebzeler grubunda olduğu bildirilmiştir (Schuddeboom, 1993; Corre and Breimer, 1979). Guil et al. (1997) semizotu yapraklarında nitrat içeriğini 3200 mg/kg olarak belirlemiştir. Kuzukulağının nitrat içeriği ise 97.65 ile 824.00 mg/kg arasında değişmiştir (Certel vd., 2006). Avrupa Birliği Komisyon Tüzüğü (European Commision Regulation No: 1258/2001) yeşilliklerden sadece marul ve ıspanak için maksimum sınır değerleri belirtmiştir. Buna göre ıspanak için bu değer taze tüketimde 3500 mg/kg olarak belirlenmiştir (EUR-LEX, 2017). Çalışmadan elde ettiğimiz yaprak nitrat değerleri literatürde belirtilen sınırlar içerisinde kalmakta, hatta düşük sayılmaktadır. Bu sonuç yaprakları tüketilen sebzelerde yaprak nitrat içeriğinin topraklı yetiştiriciliğe göre yüzen su kültüründe

daha düşük olduğunu gösteren çalışmaları (Jakse et al., 2013) doğrulamaktadır. Nitekim Ferrante et al. (2003) topraklı roka yetiştiriciliğinde nitrat içeriğinin 7000-9000 mg/kg arasında olduğunu, Jakse et al. (2013), ise bu değerin su kültüründe 4200-6700 mg/kg'a kadar düşebildiğini; nitrat miktarını azaltmak için uygulanacak hasat öncesi suda bekletme stratejisi ile bu değerin 52 ile 634 mg/kg'a kadar düşürülebileceğini belirtmiştir.

Suda yetiştirilen bitkilerin nitrat içeriği rokada 2825.3 mg/kg, ıspanakta 1138.8 mg/kg, kuzukulağında 254.6mg/kg ve semizotunda 455.9 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yapılan analizlerde (Çizelge 3.2) suyun N içeriği %0.07 gibi oldukça düşük miktarda olmasına rağmen, suda yetiştirilen bitkilerin yapraklarında saptanan nitrat içeriğinin kullanılan torftan (%0.92 N, Tuzel and Oztekin, 2017) ve pH'yı dengelemek için verilen nitrik asitten geldiği düşünülmektedir.

Yaprakların N, P, K, Ca, Mg ve Fe içerikleri genellikle dönem farklılığından ve doz uygulamasından etkilenmiştir. Dönem x doz interaksyonu ıspanakta Mg içeriği hariç önemli bulunmuştur. Yaprak N, P, K ve Fe element içeriği besin solüsyonu element konsantrasyonu azaldıkça azalmış; Ca ise artış göstermiştir. Mg içeriği de Ca ile benzerlik göstermiş ancak istatistiksel farklılık sadece kuzukulağından elde edilmiştir. Fallovo et al. (2009), yaptıkları ortogonal polinomial karşılaştırmalarda besin solüsyonu element konsantrasyonunun artması ile marul yapraklarında N, P, K element içeriğinin quadratik olarak, Mg içeriğinin linear olarak arttığını, ancak Ca içeriğinin uygulamalardan etkilenmediğini belirtmişlerdir.

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). Nitekim yapılan literatür taramasında denemede kullanılan sebze türleri için farklı yaprak besin element içeriklerine rastlanmıştır. IFA (1992), kayıtlarında ıspanak için dikimden 40 gün sonra yapılan hasatlarda genç yaprakların N, P, K, Ca, Mg ve Fe içeriği sırası ile %2.6, 0.3, 4.7, 1.0, 1.0 ve 189 mg/kg olarak verilmiştir. Eşiyok vd. (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 belirmişlerdir. Barlas et al. (2011), yaptıkları bir çalışmada roka yapraklarının ortalama element içeriği 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) olmuştur. Alam et al. (2014), 45 semizotu çeşidinin yapraklarında yaptıkları analizlerde N içeriğinin 31.2-110 ppm, P içeriğinin 2.51-8.2 ppm, K içeriğinin 74.8-276 ppm, Ca içeriğinin 9.1-62.2 ppm, Mg içeriğinin 8.7-32.6 ppm ve Fe içeriğinin 1.01-13.78 ppm arasında değiştiğini bulmuşlardır. Yaprakları tüketilen sebzelerden marulda yaprak besin element içerikleri N %3.4-4.5, P %0.4-0.6, K %4.5-6.0, Ca 1.0-1.7, Mg %0.14-0.27, Fe 100-200 mg/kg olarak belirlenmiştir (Morgan, 1999). Denemeden elde ettiğimiz veriler yetiştirme dönemi ve doz uygulamasına göre değişmekle birlikte rokada N %3.68-5.66, P %0.15-0.84, K %1.07-6.28, Ca %1.60-2.96, Mg %0.39-0.56, Fe 32.5-104.1 mg/kg arasında; ıspanakta N %3.76-5.27, P %0.19-0.99, K %1.66-8.13, Ca %0.36-3.55, Mg %0.95-1.12, Fe 33.7-84.0 mg/kg arasında; kuzukulağında N %3.63-4.86, P %0.29-0.94, K %2.09-7.16, Ca %0.33-2.46, Mg %0.81-1.43, Fe 52.0-99.6 mg/kg arasında; ve semizotunda N %3.99-4.69, P %0.33-1.06, K %1.46-10.51, Ca %0.83-2.76, Mg %1.18-1.52, Fe 51.20-133.75 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Bu değerlere göre genel bir değerlendirme yapıldığında rokada N içeriği dönemsel sıcaklık farkından etkilenmiş ve 1. dönemde olması gereken sınır değerden daha yüksek N içeriğine sahip olmuştur. Dönem, uygulamalar ve türe göre değişmekle beraber elde ettiğimiz yaprak P, K, Ca ve Mg element içeriği genellikle verilen sınır değerlerden biraz yüksek bulunmuştur. Fe ise belirtilen sınır değerler arasında kalmıştır. Su kültüründe minyatür yapraklı olarak yetiştirilen bu türlerde yüksek besin element içeriklerinin, tam açılmış genç yaprakların yüksek besin varlığı altında elementler alınımında güçlü bir çekime (sink) sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Gonnella et al., 2004).

Bitkilere uygulanan su miktarları 0.303-0.434 L/bitki arasında, tüketilen su miktarı ise 0.142-0.276 L/bitki arasında değişmiş, uygulanan sulama suyunun %56.2'si tüketilmiştir. Dört tür için de uygulanan su miktarı hava sıcaklığındaki artışa bağlı tüketimde artış olması nedeni ile 2. yetiştirme döneminde yüksek bulunmuştur. Sistem kapalı sistem olduğu için sadece dönem sonunda kalan besin

solüsyonu atılmıştır. Atılan su miktarı ise 0.142-0.184 L/bitki arasında değişmiştir. Tür bazında uygulanan, tüketilen ve atılan miktarların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Besin solüsyonu doz uygulaması uygulanan sulama suyu miktarını etkilememiş, tüketilen su miktarı yarım doz uygulamasında en fazla, suda yetiştirilen bitkilerde en az olmakla birlikte sadece kuzukulağı ve semizotunda istatistiksel farklılık görülmüş, bu iki türde tüketilen su miktarı tam ve yarım doz uygulamasında aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Atılan su miktarı üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuş, suda yetiştirilen bitkilerde atılan su miktarı fazla olmuştur. Bulgularımı destekler şekilde Duyar and Kılıç (2016), sonbahar ve ilkbahar döneminde yüzen su kültüründe roka ve maydanoz yetiştirdikleri çalışmalarında besin solüsyonu konsantrasyonu azaldığı zaman aralarında istatistiksel farklılık olmasa da yarım doz uygulamasında tüketimin daha fazla olduğunu, tüketim değerlerinin ilkbahar döneminde daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Besin solüsyonu EC değerleri 2. dönem yetiştiricilikte daha yüksek olmuş; değerler 1. dönem 0.74-2.20 dS/m, 2. dönem 0.87-3.98 dS/m arasında değişmiştir. Besin solüsyonu konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak EC değerleri artmış; tam dozu uygulamasında en yüksek, su uygulaması en düşük EC değerini vermiştir. Besin solüsyonu pH değerleri ise 1. dönem 5.09-9.30, 2. dönem 5.94-8.39 arasında değişmiştir. pH değerleri 4 tür içinde besin solüsyonu konsantrasyonu arttıkça azalmıştır. En yüksek pH değerleri su uygulamasından elde edilmiştir.

Yetiştiricilik kapalı sistem topraksız yetiştiricilik olduğu için tüm kapalı sistemlerde olduğu gibi besin solüsyonu pH ve EC değerlerine ve hatta suda çözünmüş oksijen miktarına dikkat edilmelidir (Gonella et al., 2003). EC ve pH problemleri doğru bir besin solüsyonu yönetimi ile, oksijen eksikliği besin solüsyonunun oksijen içeriğinin zenginleştirilmesi (Tesi et al., 2003; Lenzi et al., 2011) ile giderilebilecektir.

Son zamanlarda yüzen su kültürünü araştırmalarında sistem maliyetini azaltmaya yönelik değişik çalışmalara yer verilmiştir. Bu noktada tohum çimlendirme ortamı olarak kullanılacak ortamın ucuz ve kolay bulunabilir

olmasının önemli olduğu görülmektedir. Yürütülen bu çalışmada piyasada kolaylıkla bulunabilen ve ticari fide üretiminde ekim yatağı olarak kullanılan, tohum çimlenme çıkışlarında yüksek bir performans gösteren ithal torf (Klassman TS1) kullanılmıştır. Rodriguez-Hidalgo et al. (2010), yüzen su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğinde torf kullanımından başarılı sonuçlar elde etmiştir. Yapılan kaynak taramasında rokada (Vernieri et al., 2005) ve ıspanakta (Cocetta et al., 2007) perlit, ıspanakta torf ve semizotunda vermikulit (Kaşkar et al., 2009) kullanımına da rastlanmıştır. Jakse et al. (2013), yüzen su kültüründe roka tohum yatağı olarak 5 farklı ortam (kaya yünü, perlit, vermikulit, genleştirilmiş kil, torf) kullandığı araştırmasında sadece kilin tohum çıkışlarındaki sorunlar nedeni ile uygun bir ortam olmadığını belirtmiştir.

Ekonomik açıdan düşünüldüğünde yüzen su kültüründe masrafları azaltmak için viyol başına kullanılan ortamın da önemi vardır. Fide üretiminde brassica türleri için 20 cc/hücre yeterli görülmüştür (Carrasco et al., 2003). Jakse et al., (2013), yüzen su kültüründe roka yetiştirdiği çalışmasında bitki kalitesinde farklılık olmadan küçük göz hacimli dolayısıyla bitki yoğunluğu fazla olan (160 gözlü viyol, 2000 tohum/m²) uygulamadan daha iyi sonuç aldığını belirtmiştir. Bu konuda çok fazla çalışma olmadığı için tür bazında uygun göz hacimlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yürütülen denemede her tür için 210'luk, göz hacmi 17 cc olan viyol (m²'de 957 bitki) kullanılmıştır ve başarılı bir yetiştiricilik sağlanmıştır.

Sistem maliyetlerini azaltmak adına su kültüründe kullanılacak viyollerin de özelleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Yaygın olarak sistemde kullanılan viyoller fide üretimi için kullanılan ve su üzerinde durabilen gözlü köpük viyollerdir. Ülkemizde su kültürü için özelleşmiş köpük viyollerin satışı yoktur. Oysa Avrupa'da su kültürü için özelleştirilmiş, göz yerine çizi halinde ekim yerleri olan, daha az ortam kullanımına olanak veren ve ortamın dolayısı ile tohumun suya akıp gitmesini engelleyecek şekilde dizayn edilmiş köpük viyollerin kullanıldığı görülmektedir (Kaşkar et al., 2009).

Araştırmadan elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde,

(1) kışlık marul reçetesine (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) göre hazırlanarak çalışmada kullanılan besin solüsyonunun roka, ıspanak, kuzukulağı ve semizotu türlerinin yetiştiriciliğinde verim ve kalitede azalmalara neden olmadan kullanılabileceği,

(2) 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) söz konusu türlerde başarılı bir şekilde kullanılabileceği, böylece gübre tasarrufu da sağlanmış olacağı,

(3) sıcaklığın yeşilliklerin üretiminde bitki gelişimini sınırlayıcı bir faktör olduğu ve üretimin düşük sıcaklıklardan etkilendiği, yüksek verim ve kalite eldesi ile erkencilik için üretimin bitkilerin istediği optimum iklim koşullarında yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Çalışmada sözkonusu bitkilerin istediği iklim koşullarında yapılan yetiştiricilikte (erken ilkbahar, ort. sıcaklık 18-20°C) yetiştirme süresinin daha kısa olduğu, ancak diğer koşullarda (örn. düşük sıcaklık) yetiştiriciliğin daha uzun sürdüğü belirlenmiştir. Ekonomik açıdan yeşilliklerin üretiminin serada yıl boyu yapılması gerektiği düşünüldüğünde, üretim planlamasında iklim faktörlerinin üretim periyodu uzunluğu üzerine etkisi ve sera içi iklimlendirme (sıcaklık, ışık, nem gibi) önlemlerin alınması unutulmamalıdır.

Yüzen su kültürünün kolay, basit ve sürdürülebilir olması yanında uygun stratejiler ile fazla gübre kullanımını kısıtlamasıyla çevreye duyarlı bir yetiştiricilik olması ve kaliteli ürün eldesine olanak vermesi nedeni ile yaprakları tüketilen sebzelerin yetiştiriciliğinde kullanılması önerilmektedir. Ancak farklı minyatür yapraklı yeşilliklerin de (tere, dereotu, maydanoz, nane, fesleğen, vs) üretilmesine, türe özgü viyol göz hacmi ve bitki yoğunluğunun belirlenmesine, farklı substratların da yetiştirme ortamı olarak kullanılmasına ve kaliteyi iyileştirmeye yönelik çalışmalara devam edilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alam, A., Juraimi, A.S., Yusop, M.R., Hamid, A.A., Hakim, A., 2014,** *Bragantia*, Campanas, 73 (4): 426-437.
- 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. *ISHS Acta Horticulturae*, 801, 1167-1175.
- Antonacci, S., Maggiore, T., Ferrante, A., 2007,** Nitrate metabolism in plants under hypoxic and anoxic conditions. *Plant Stress*, 1, 136-141.
- Amanda, A., Ferrante A., Valagussa M., Piaggese A., 2009,** Effect of biostimulants on quality of baby leaf lettuce grown under plastic tunnel. *Acta Horticulturae*, 807, 407-412.
- Arnon, D.I., 1949,** Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24 (1): 1-15.
- Bangash, J.A., Arif, M., Khan, F., Khan, F., Amin-Ur-Rahman, Iqbal, H., 2011,** Proximate composition, minerals and vitamins content of selected vegetables grown in Peshawar. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 33 (1): 118-122.
- Barlas, N.T., İrget, M.E., Tepecik, M., 2011,** Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). *African Journal of Biotechnology*, 10 (64): 14080-14082.
- Bergquist, A.M., Gertsson, U.E., Nordmark, Y.G., Olsson, M.E., 2007,** Ascorbic acid, caretenoids, and visual quality of baby spinach as affected by shade netting and postharvest storage. *Journal of the Agricultural Food Chem*, 55, 8444-8451.
- 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. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (2) : 623-628.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Branca, F., 1994**, Rocket Genetic Resources Network: Work conducted by the instituto di Orticultura of the University of Catania, Sicily., (Eds. S. Padulosi) 13-15 November 1994, Lisbon, Portugal, 7 p.
- Carrasco, G., Martinez A.C., Marquez, O. and Osorio, D., 2003**, Vegetable seedlings grown in a float system. *Acta Horticulturae*, 614, 241-245.
- Carrasco, G., Gajardo, J.M., Álvaro, J.A., Urrestarazu, M., 2011**, Rocket production (*Eruca sativa* mill.) in a floating system using peracetic acid as oxygen source compared with substrate culture. *Journal of Plant Nutrition*, 34: 1397-1401.
- Cataldo, D.A., Haaron, M., Schrader, L.F., Youngs, V.L., 1975**, Rapid colormetric determination of nitrate in plant-tissue by nitration of salicylic-acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6, 71-80.
- Certel, M., Karakaş, B., Şık, B., Cengiz, F., 2006**, Antalya yöresinde tüketilen yenilebilir bazı yabancı bitkilerin nitrat ve nitrit içerikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi (24-26 Mayıs 2006, Bolu) Bildirileri, 263-266.
- Charfeddine, M., 2004**, Miglioramento del Valore Nutrizionale di Ortaggi da Foglia del Bacino del Mediterraneo, Universitat Bari, PhD thesis, Italy.
- Chiancone, A., Bacco, M., Stipic, C., Di Cesare, V., Caponigro, P.F., Venezia, A., 2010**, Easy home hydroponic production of leafy greens. *Acta Horticulturae*, 881, 151- 156.
- Corre, W.J., Breimer, T., 1979**, Nitrate and Nitrite in Vegetables. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 85 p.
- Cros, V., Martinez Sanchez, J.J., and Antonio-Franco J., 2007a**, Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peatbased floating system. *HortTechnology*, 17 (1):14-20.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cros, V., Martinez Sanchez, J.J., Fernández, J.A., Conesa, E., Vicente, M.J., Franco, J.A., and Carreno, S. 2007b**, Salinity effects on germination and yield of purslane (*Portulaca oleracea* L.) in a hydroponic floating system. *Acta Horticulturae* 747, 563-570.
- 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. *Agricultural Medicine*, 137, 79-85.
- Cocetta, G., Baldassarre, V., Spinardi, A., Ferrante, A., 2014**, Effect of cutting on ascorbic acid oxidation and recycling in fresh-cut baby spinach (*Spinacia oleracea* L.) leaves. *Postharvest Biology and Technology*, 88, 8-16.
- Conesa E., Niñirola D., Vicente M.J., Ochoa J., Bañón S., Fernández J.A., 2008**, The influence of nitrate/ammonium ratio on yield quality and nitrate, oxalate and vitamin C content of baby leaf spinach and bladder campion plants grown in a floating system. *Acta Horticulturae*, 843, 269- 273.
- Conklin, P. L., 2004**, Ascorbic Acid: An essential micronutrient provided by plants. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Mercel Dekker.
- Conte, A., Conversa, G., Scrocco, C., Brescia, I., Laverse, J., Elia, A., Del Nobile, M.A., 2008**, Influence of growing perdiodes on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. *Postharvest Biology and Technology*, 50 (2-3): 190-196.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S., 2010**, Farklı dozlarda ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarının ıspanak (*Spinacea oleracea*) bitkisi vitamin C ve nitrat içeriği üzerine etkileri. *Ege Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı: (5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri):653-658*.
- D'Anna, F., Miceli, A., Vetrano, F., 2003**, First results of floating system cultivation of *Eruca sativa* L.. *Acta Horticulturae*, 609, 361-364.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Duyar, H., Kılıç, C.C., Tüzel, Y., Öztekin, G.B., 2012,** Bazı yaprakları yenilen sebze türlerinin su kültüründe yetiştiriciliği üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Merkezi (EBİLTEM) Araştırma Projesi, Proje No: 2009-BAMYO-002, Bayındır/İzmir.
- Duyar, H., Kılıç, C.C., 2016,** A research on production of rocket and parsley in floating system. *Journal of Agricultural Science*, 8(7): 54-60.
- EUR-LEX, 2017,** Commission Regulation (EU) No 1258/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuff. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1258&from=EN> (Erişim tarihi: 15.08.2017)
- Eşiyok, D., Ongun, A.R., Bozokalfa, M.K., Tepecik, M., Okur, B., Kaygısız, T., 2006,** Organik roka yetiştiriciliği. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı. 85-89, Kahramanmaraş-Türkiye.
- Eşiyok, D., 2012,** Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 404 s.
- Fallovo, C., Roupael, Y., Rea, E., Battistelli, A., Colla, G., 2009,** Nutrient solution concentration and growing season effect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in floating raft culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 1682–1689.
- Fernández, J.A., Navarro, A., Vicente, M.J., 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 Horticulturae*, 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 Horticulturae*, 628: 153-159 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Franco, J.A., Cros V., Vicente M.J., Martinez-Sanchez, J.J., 2011,** Effects of salinity on the germination, growth, and nitrate contents of purslane (*Portulaca oleracea L.*) cultivated under different climatic conditions. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 86 (1): 1–6.
- Frezza, D., León, A., Logegaray V., Chiesa, A., Frezza, D. , León, A., Logegaray V., Chiesa A., 2005,** Soilless culture technology for high quality lettuce. *Acta Horticulturae*, 697, 43-48.
- 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 Horticulturae*, 877, 135-142.
- Fujiwara, T., Kumakura, H., Ohta, S., Yoshida, Y., Kamenno, T., 2005,** Seasonal variation of l-ascorbic acid and nitrate content of commercially available spinach. *Horticultural Researches (Japan)*, 4 (3): 347-352.
- Giannakou, I.O., Anastasiadis, I., 2005,** Evaluation of chemical strategies as alternatives to methyl bromide for the control of rootknot nematodes in greenhouse cultivated crops. *Crop Protection*, 25, 499 – 506.
- 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 Horticulturae*, 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 Horticulturae*, 644, 61-68.
- Goto, E., Both, A.J., Albright, L.D., Langhans, R.W., Leed., A.R., 1996,** Effect of dissolved oxygen concentration on lettuce growth in floating hydroponics. *Acta Horticulturae*, 440, 205-210.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Guil, J.L., Rodriguez-Garcia, I., and Torija, E., 1997**, Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods for Human Nutrition*, 51, 99-107.
- Gül, A., 2008**, Topraksız Tarım. ISBN:978-975-8377-66-4, Hasad yayıncılık, İstanbul, 144 s.
- Gül, A., 2013**, Progress in soilless cultivation in Turkey. *Soil-Water Journal*, 2 (2): 2257-2264.
- Gül A., Eroğul, D., Ogun A.R., 2005**, Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. *Scientia Horticulturae*, 106 (4): 464-471.
- Gülsoylu, N.E., 2012**, Yüzen Su Kültüründe Marul Yetiştiriciliğinde Besin Çözeltisindeki Oksijen İçeriğinin Bitki Gelişimine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bitirme Tezi. Bornova/İzmir, 24 s.
- Günay, A., 2005**, Sebze Yetiştiriciliği Cilt 1., Meta Basımevi, İzmir, 502 s.
- Iannotti, M., 2017**, How to grow sorrel: Tips and insights to growing and using sorrel. (<https://www.thespruce.com/how-to-grow-sorrel-4121351>), (Erişim tarihi: 16.08.2017)
- IFA, 1992**, International Fertilizer Industry Association. World Fertilizer Use Manual. Germany. 632 p.
- Jakse, M., Hacın, J., Marsic, K.N., 2013**, Production of rocket (*Eruca sativa* Mill.) on plug trays and on a floating system in relation to reduced nitrate content. *Acta Agriculturae Slovenica*, 101 (1): 59-68.
- Jensen, M.H., 1997**, Hydroponics. *Hortscience*, 32 (6): 1018-1021.
- Kaçar, B., 1972**, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 1-2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 468. Yardımcı Ders Kitabı: 161 s.
- Kaçar, B., İnal, A., 2008**. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kara, E., 1993**, Sebzelerde nitrat akümülayonu. *Ekoloji*, 7, 10-13.
- Karataş, F., 2013**, Kuzukulağı (*Rumex acetosella*) bitkisinin A, E ve C vitamini içeriğinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (1): 60-63.
- Kaşkar, Ç., Fernández, J. A., Ochoa, J., Niñirola, D., Conesa, E., Tüzel, Y., 2009**, Agronomic behaviour and oxalate and nitrate content of different purslane cultivars (*Portulaca oleracea*) grown in a hydroponic floating system. *Acta Horticulturae*. 807 (2): 521-526.
- Kim S-J., Ishii, G., 2007**, Effect of storage temperature and duration on glucosinolate, total vitamin C and nitrate contents in rocket salad (*Eruca sativa* Mill.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 55-62.
- Kratky, B.A., 2009**, Three non-circulating hydroponic methods for growing lettuce. *Acta Horticulturae*, 843, 65-72.
- Kotsiras, A., Vlachodimitropoulou, A., Gerakaris, A., Bakas, N., Darras, A.I., 2016**, Innovative harvest practices of Butterhead, Lollo rosso and Batavia green lettuce (*Lactuca sativa* L.) types grown in floating hydroponic system to maintain the quality and improve storability. *Scientia Horticulturae*, 201, 1-9.
- Lacuzzo, F., Gottardi, S., Tomasi, N., Savoia, E., Tommasi, R., Cortella, G., Terzano, R., Pinton, R., Costa, L.D., Cesco, S., 2011**, Corn salad [*Valerianella locusta* (L.) Laterr.] growth in a water-saving floating system as affected by iron and sulfate availability. *Journal Science Food Agriculturae*, 91, 344-354.
- Lastra, O., Tapia, M. L., Razeto, B., Rojas, M., 2009**, Response of hydroponic lettuce cultivars to different treatments of nitrogen: Growth and foliar nitrate content. *IDESIA* (Chile), 27 (1): 83-89.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lenzi, A., Baldi, A., Tesi. R., 2011,** Growing spinach in a floating system with different volumes of aerated or non aerated nutrient solution. *Advances in Horticultural Science*, 25 (1): 21-25.
- Maloupa, E., 2002,** Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals: Hydroponic Systems, 143–178. Embryo Publications, (Eds. Savvas, D. and Passam, H.), Embryo Publications, Athens, 463 p.
- Magnani, G., Filippi F., Borghesi, E., 2007,** Impact of sunlight spectrum modification on yield and quality of ready-to-use lettuce and rocket salad grown on floating system. *Acta Horticulturae*, 801, 163-169.
- Malorgio, F., Diaz, K.E., Ferrante, A., Mensuali-Sodid A., Pezzarossa, B., 2009,** Effects of selenium addition on minimally processed leafy vegetables grown in a floating system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 2243–2251.
- Manzocco, L., Foschia M., Tomasi, N., Maifreni, M., Costa D.L., Marino, M., Cortella, G., Cesco, S., 2011,** Influence of hydroponic and soil cultivation on quality and shelf life of ready-to-eat lamb's lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr). *Journal Science Food Agriculturae*, 91, 1373-1380.
- McCance, R., Widdowson, E., 1991,** The Composition of Foods. (5th ed.), Royal Society of Chemistry (Great Britain) and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- McGuire, R.G., 1992,** Reporting of objective color measurements,. *HortScience*, 27 (12): 1254-1255.
- Morgan, L., 1999,** Hydroponic Lettuce Production. Casper Productions, Narrabeen, NSW, Australia.
- Munzuroğlu, Ö., Karataş, F., Gür, N. 2000,** Işgın (*Rheum ribes* L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Turkish Journal of Biology*, 24, 397-404.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nicola, S., Hoeberechts, J., Fontana E., 2005,** Comparison between traditional and soilless culture systems to produce rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content . *Acta Horticulturae*, 697, 549-555.
- Özdestan, Ö., Üren, A., 2010,** Gıdalarda nitrat ve nitrit. *Akademik Gıda*, 8 (6): 35-43.
- Okamoto, M., Kumar, A., Li, W., Wang, Y., Siddiqi, M.Y., Crawford, N.M., Glass, D.M.A., 2006,** High-affinity nitrate transport in roots of arabidopsis depends on expression of the NAR2-Like gene *Atnrt3.1*. *Plant Physiology*, 140, 1036-1046.
- Oliveria, D.C.S., Wobeto, C., Zanuzo, M.R., Severgnini, C., 2013,** Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. *Horticultura Brasileira*, 31, 472-475.
- Pearson, D., 1970,** The Chemical Analysis of Foods (6th edn). Chemical Publishing Co Inc, New York, USA.
- Premuzic, Z., Garate, A., Bomilla, I., 2001,** Yield and quality of greenhouse lettuce as affected by form of N fertiliser and light supply. *Plant nutrition*, 300-301 p.
- Popsimonova, G., Benko, B., Karic, L., Gruda, N., 2017,** Production Systems-Integrated and Organic Production and Soilless Culture. In GAP for Greenhouse Vegetable Production in the SEE Countries: Principles for Sustainable Intensification of Smallholder Farms. (Eds. W. Baudoin, De Pascale, S., Gruda, N., Urban, L., and J. Tany), FAO publications, Rome, Italy, 207-216 p.
- Rakocy, J.E., Hargreaves, J.A., Bailey, D.S., 1993,** Nutrient accumulation in a recirculating aquaculture system integrated with hydroponic vegetable production. *American Society of Agricultural Engineers*, 148-158.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Raviv, M., Lieth, J.H., 2007**, Soilless Culture: Theory and Practice. First edition, Amsterdam, 603 p.
- Resh, H.M., 1998**, Hydroponic Food Production, 5th ed. Woodbrigde Press Publishing Company, Santa Barbara, CA.
- Resh, H.M., 2013**, Hydroponic Food Production. Seventh Edition. CRC Press, 524 p.
- Rouphael, Y., Colla, G., 2005**, Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of hydroponically cultivated zucchini squash as affected by irrigation systems and growing seasons. *Scientia Horticulturae*, 105 (2005): 177–195.
- Rodríguez-Hidalgo S., Artés-Hernández F., Gómez P.A., Fernández J.A., Artés F., 2010**, Quality of fresh-cut baby spinach grown under a floating trays system as affected by nitrogen fertilisation and innovative packaging treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 1089–1097.
- Santamaria, P., Gonnella, M., Elia, A., Parente, A., Serio, F., 2001**, Ways of reducing rocket salad nitrate content. In: Maloupa, E., Gerasopoulos, D., (ed.), International symposium on growing media and hydroponics. *Acta Horticulturae*, 548: 529-536.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y., Gruda, N., 2013**, Soilless Culture. In Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. Principle for Mediterranean Climate Areas. (Eds. W. Baudoin, N. Castilla and M. Qaryouti), FAO publications, Rome, Italy, 303–354 p.
- Schuddeboom, L.J., 1993**, Nitrates and nitrites in foodstuffs. European Commission, Council of Europe Press, Brussels, Belgium. 125 p.
- Scuderi, D., Restuccia C., Chisari, M., Barbagallo, R. N., Caggia, C., Giuffrida, F., 2011**, Salinity of nutrient solution influences the shelf-life of fresh-cut lettuce grown in floating system. *Postharvest Biology and Technology*, 59 (2011): 132–137.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sevgican, A., 2002**, Örtüaltı Sebzeciliği (Topraklı Tarım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:525, Bornova, İzmir.
- Shokrzadeh, M., Shokravie, M., Ebadi, A.G., Babae, Z., Tarighati, A. 2007**, The measurement of nitrate and nitrite content in leek and spinach sampled from central cities of Mazandaran state of Iran. *World Applied Sciences Journal*, 2 (2): 121-124.
- Taiz, L., Ziger, E., 2008**, Bitki Fizyolojisi (3. Baskı Çeviri Editörü: İsmail Türkan), Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Tannenbaum, S.R., Correa, P., 1985**. Nitrate and gastric cancer risks. *Nature*, 317, 675-676.
- Tesi, R., Lenzi, A., Lombardi, P., 2003**, Effect of salinity and oxygen level on lettuce grown in a floating system. *Acta Horticulturae*, 609, 383-387.
- Tomasi, N., Roberto, P., Luisa, D.C., 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 in Food Science & Technology*, 46, 267-276.
- Turktemel, E., 2016**, Stuation of Protected Cultivation in Turkey (in Turkish). 2nd National Workshop on Greenhouse Cultivation. Oral Presentation. 20-21 December 2016. Antalya/Turkey.
- Tuzel, Y., Oztekin, G.B., 2017**, Organic seedling production. *Acta Horticulturae*, 1170,1141-1148.
- Tsay, Y.F., Chiu, C.C., Tsai, C.B., Ho, C.H., Hsu, P.K. 2006**, Nitrate transporters and peptide transporters. *FEBS Letters* 581: 2290-2300.
- Van Der Boon, J., Steenhuizen, J.W., Steingrover, E.G., 1990**, Growth an nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. *Journal Horticulture Science*, 65, 309-321.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Van Os, E.A., 1999**, Closed soilless growing systems: A sustainable solution for dutch greenhouse horticulture. *Water Science & Technology*, 39 (5):105-112.
- Van Os, E.A., Brunis, M., Wohanka, W., Seidel, R., 2001**, Slow Filtration: A technique to minimise the risk of spreading rootinfecting pathogens in closed hydroponic systems. *Acta Horticulturae*, 559: 495 – 501.
- Vernieri P., Borghesi E., Ferrante A., Magnani, G., 2005**, Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 3 (3-4): 86-88.
- Vernieri, P., Borghesi E., Tognoni, F., Ferrante, A., 2006**, Use of biostimulants for reducing nutrient solution concentration in floating system. *Acta Horticulturae*, 718, 477-484.
- Winsor, G.W., Schwarz, M., 1990**, Soilless Culture for Horticulture Crop Production. FAO Plant Production and Protection Paper, 101, Rome, 188 p.
- Zanin, G., Sambo, P., Gianquinto, G., Pimpini, F., 2003**, First attempt to force Gladiolus and Liatris in a floating system. *Acta Horticulturae*, 614, 227-234.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Bursa'da doğdu. İlkokulu Cumhuriyet İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu Musa Amca Ortaokulu'nda ve liseyi Hasan Coşkun Lisesi'nde Bursa'da tamamladı. 2006 yılında girdiği Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Seracılık ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği programından 2009 yılında mezun oldu. Dikey geçiş sınavı ile 2012 yılında girdiği Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) Lefke Avrupa Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bahçe Bitkileri Üretimi ve Pazarlaması Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

