



**T.C.**  
**HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZEYTİNYAĞI SANAYİ YAN ÜRÜNÜ KARASUYUN ZEYTİN FİDANININ  
GELİŞİMİ VE BESİN MADDELERİ İÇERİĞİNE ETKİLERİ**

**YUSUF ÇÖREKÇİ**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY**  
**OCAK-2019**



T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZEYTİNYAĞI SANAYİ YAN ÜRÜNÜ KARASUYUN ZEYTİN FİDANININ  
GELİŞİMİ VE BESİN MADDELERİ İÇERİĞİNE ETKİLERİ**

**YUSUF ÇÖREKÇİ**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY  
OCAK-2019**

## ÖZET

### ZEYTİNYAĞI SANAYİ YAN ÜRÜNÜ KARASUYUN ZEYTİN FİDANININ GELİŞİMİ VE BESİN MADDELERİ İÇERİĞİNE ETKİLERİ

Çalışmada, çelikle üretimi yapılmış, saksılar içerisinde yetiştirilen 1 yaşlı Gemlik çeşidine ait fidanlara Mart ayından itibaren Temmuz ayına kadar karasuyun su ile seyreltilmiş farklı oranları (normal sulama suyu, %25 karasu + %75 sulama suyu, %50 karasu + %50 sulama suyu, %75 karasu + %25 sulama suyu ve %100 karasu) uygulanmıştır.

Karasu uygulamalarının, toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, bazı bitkisel özellikler ve yapraklardaki bitki besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn ve Zn) üzerine etkileri belirlenmiştir. Karasu uygulamaları toprağın N, P, K, Na, Mn ve Zn içeriklerinin artışına; Ca ve Mg içeriklerinin azalmasına neden olmuştur. Karasu uygulamaları toprakların Fe ve Cu içeriklerinde istatistiksel olarak önemli değişikliğe neden olmamıştır.

Karasu uygulamaları fidanların gövde çapı, bitki boyu ve fidanların sürgün boyu üzerine istatistiksel olarak olumlu etkiler yapmış; yaprak alanı ve kazık kök ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmemiştir.

Karasu uygulamaları, yaprak N, K, Ca, Na ve Mg içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli artışlara sebep olmuş, en yüksek N içeriği %50 karasu + %50 sulama suyu uygulamasında (%1.88), K ve Ca içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (sırasıyla %1.65 ve %1.70), Mg içerikleri %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamasında (%0.175) saptanmıştır. Karasu karışım oranlarının yapraktaki P içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Sulama suyundaki karasuyun artan oranları yaprakların Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri üzerinde önemli azalmalara sebep olmuş ve en düşük Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri %100 karasu uygulamasında (sırasıyla 70.0, 12.8, 22.3 ve 17.2 mg/kg) elde edilmiştir.

Karasu, toprağın verimliliğini artırması ve bitki besin maddelerini belli oranda göreceli ucuz maliyetle karşılaması nedeniyle uygun dozlarının tarımsal sulama suyuna karıştırılması önerilebilir.

2019, 64 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin fidanı, karasu, bitkisel özellikler, bitki besin elementleri

## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF OLIVE OIL MILL WASTEWATER OBTAINED BY OLIVE OIL INDUSTRY ON DEVELOPMENT AND PLANT NUTRIENT CONTENT OF OLIVE SEEDLING

In the study, one year old saplings of Gemlik variety which were produced with cuttings were grown in pots from March to July by treating different diluents of olive mill wastewater (normal irrigation water, 25% olive mill wastewater + 75% irrigation water, 50% olive mill wastewater + 50% irrigation water, % 75 olive mill wastewater + 25% irrigation water and 100% olive mill wastewater).

The effects of olive mill wastewater on some physical and chemical properties of soil, plant properties and the leaf nutrient concentrations (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn and Zn) were determined. Olive mill wastewater applications resulted in increases N, P, K, Na, Mn and Zn concentrations in soil whereas Ca and Mg concentrations showed a decrease. The olive mill wastewater applications did not significantly differ Fe and Cu concentrations of the soil.

The olive mill wastewater applications had significant effects on trunk diameter, plant height and shoot size of the saplings, whereas there were no significant effects on leaf area and pile root weight.

The olive mill wastewater applications caused a significant increase in leaf N, K, Ca, Na and Mg concentrations. The highest N concentration was obtained for 50% olive mill wastewater + 50% irrigation water (1.88%), for K and Ca concentrations in 75% olive mill wastewater + 25% irrigation water application (1.65% and 1.70% respectively), for Mg concentrations in % 25 olive mill wastewater + 75% irrigation water (0.175%). The effect of olive mill wastewater mixture ratios on leaf P contents was non-significant. There were significant in leaf Fe, Cu, Mn and Zn concentration upon increasing ratio of olive mill wastewater incorporation in the irrigation water and the minimum Fe, Cu, Mn and Zn concentrations were obtained in 100% olive mill wastewater (70.0, 12.8, 22.3 and 17.2 mg/kg , respectively).

Consequently, the olive mill wastewater can be incorporated in the irrigation water at appropriate ratios for agricultural purposes because it may increase the soil fertility and supply plants nutrients to some extent at relatively low cost.

2019, 64 pages

**Keywords:** Olive saplings, olive mill wastewater, plant characteristics, plant nutrients

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tez konumun belirlenmesi, tez çalışmalarım, kaynak ve materyal temini, literatür araştırmalarım ve birçok konuda benden bilgisini esirgemeyip her adımda bana yardımcı olan ve beni disiplini, kişiliği ve bilgileri ile aydınlatan değerli danışman hocam Prof. Dr. Celil TOPLU' ya sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince maddi manevi her konuda benden yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi Feridun KARAGÖL, Ziraat Yüksek Mühendisi Nuri SARAÇOĞLU, Ziraat Mühendisi Kadir Esad TINAS'a, maddi destek veren MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (Proje No: 8601) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca benden maddi manevi yardımlarını esirgemeyip, beni her konuda destekleyen ve her kararımda yanımda olan canım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	X
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	14
3.1. Materyal .....	14
3.2. Yöntem .....	15
3.2.1. Karasuyun Kimyasal Özellikleri .....	17
3.2.2. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	17
3.2.2.1. Bünye .....	17
3.2.2.2. pH .....	17
3.2.2.3. Total Tuz (%).....	17
3.2.2.4. Kireç (%) .....	18
3.2.2.5. Organik Madde (%) .....	18
3.2.2.6. Azot İçeriği (%) .....	18
3.2.2.7. Alınabilir Fosfor (ppm) .....	18
3.2.2.8. Değişebilir Katyonlar (Ca, Na, K, Mg) .....	18
3.2.2.9. Alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu .....	18
3.2.3. Bitkilerde Yapılan Ölçümler .....	19
3.2.3.1. Gövde Çapı (mm) .....	19
3.2.3.2. Bitki Boyu (cm) .....	19
3.2.3.3. Sürgün Boyu (cm) .....	19
3.2.3.4. Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> ) .....	19
3.2.3.5. Kök Ağırlığı (g) .....	19
3.2.4. Bitki Besin Elementi İçerikleri .....	20
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi .....	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	21
4.1. Denemede Kullanılan Karasuyun Kimyasal Özellikleri .....	22
4.2. Sulama Dönemleri ve Verilen Sulama Miktarları .....	24
4.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi .....	25
4.3.1. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprak Bünyesi Üzerine Etkisi .....	26
4.3.2. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın pH'sı Üzerine Etkisi .....	26

4.3.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Total Tuz İçeriği (%) Üzerine Etkisi.	27
4.3.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Kireç İçeriği (%) Üzerine Etkisi.....	28
4.3.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Organik Madde İçeriği (%) Üzerine Etkisi .....	29
4.3.6. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Azot İçeriği (%N) Üzerine Etkisi...	30
4.3.7. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprakta Yarayışlı Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi.....	32
4.3.8. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi.....	33
4.3.9. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi.....	34
4.3.10. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Sodyum İçeriği Üzerine Etkisi.....	35
4.3.11. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Magnezyum İçeriği Üzerine Etkisi..	36
4.3.12. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Demir İçeriği Üzerine Etkisi.....	37
4.3.13. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Bakır İçeriği Üzerine Etkisi.....	38
4.3.14. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Mangan İçeriği Üzerine Etkisi.....	39
4.3.15. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Çinko İçeriği Üzerine Etkisi.....	40
4.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitkisel Özellikler Üzerine Etkisi .....	41
4.4.1. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Gövde Çapı Üzerine Etkisi .....	41
4.4.2. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Boyu Üzerine Etkisi .....	42
4.4.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Sürgün Boyu Üzerine Etkisi .....	42
4.4.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Yaprak Alanı Üzerine Etkisi .....	43
4.4.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Kök Ağırlığı Üzerine Etkisi .....	44
4.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Besin Maddeleri İçerikleri Üzerine Etkisi.....	45
4.5.1. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Azot İçerikleri Üzerine Etkisi .....	45
4.5.2. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Fosfor İçerikleri Üzerine Etkisi .....	46
4.5.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Potasyum İçerikleri Üzerine Etkisi.....	47
4.5.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Kalsiyum İçerikleri Üzerine Etkisi.....	49
4.5.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Sodyum İçerikleri Üzerine Etkisi.....	50
4.5.6. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Magnezyum İçerikleri Üzerine Etkisi..	51
4.5.7. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Demir İçerikleri Üzerine Etkisi.....	52
4.5.8. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Bakır İçerikleri Üzerine Etkisi.....	53
4.5.9. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Mangan İçerikleri Üzerine Etkisi.....	53
4.5.10. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Çinko İçerikleri Üzerine Etkisi.....	55
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	56
KAYNAKLAR .....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	64

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Ülkelerin zeytinyağı üretim miktarları (ton) .....	2
Şekil 1.2.	Zeytinyağı üretimi akış şeması .....	3
Şekil 3.1.	Denemede kullanılan Gemlik çeşidinin meyvelerinin genel görünümü .....	14
Şekil 3.2.	Denemede kullanılan Gemlik çeşidinin fidanlarından genel görünüm .....	15
Şekil 3.3.	Denemede kullanılan Gemlik zeytin fidanlarına yapılan sulama uygulamaları .....	16
Şekil 4.1.	Gemlik zeytin fidanın su ve karasu tüketim miktarlarının dönemsel değişimi .....	25



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Dünyadaki bazı ülkelerin zeytin üretim alanları .....	1
Çizelge 1.2.	Dünyadaki bazı ülkelerin zeytin üretim miktarları .....	2
Çizelge 2.1.	Ege Bölgesi zeytinyağı fabrikalarında oluşan karasuya ait bazı özellikler .....	7
Çizelge 4.1.	Toprakların fiziksel özelliklerinin yeterlilik sınır değerleri .....	21
Çizelge 4.2.	Toprakların makro element yeterlilik sınır değerleri .....	21
Çizelge 4.3.	Toprakların mikro element yeterlilik sınır değerleri .....	22
Çizelge 4.4.	Denemede kullanılan karasuyun bazı kimyasal özellikleri .....	24
Çizelge 4.5.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların bünye değerleri üzerine etkisi .....	26
Çizelge 4.6.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların pH değerleri üzerine etkisi .....	27
Çizelge 4.7.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların total tuz içerikleri üzerine etkisi (%) .....	28
Çizelge 4.8.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların kireç içerikleri (%) üzerine etkisi .....	29
Çizelge 4.9.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların organik madde içerikleri üzerine etkisi (%) ..	30
Çizelge 4.10.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların N içerikleri üzerine etkisi (%) .....	31
Çizelge 4.11.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların P içerikleri üzerine etkisi (ppm) .....	33
Çizelge 4.12.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların K (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	34
Çizelge 4.13.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Ca (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	35
Çizelge 4.14.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Na (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	36
Çizelge 4.15.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Mg (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	37
Çizelge 4.16.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Fe (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	38
Çizelge 4.17.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Cu (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	39
Çizelge 4.18.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Mn (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	40
Çizelge 4.19.	Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Zn (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	40

Çizelge 4.20. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin gövde çapı üzerine etkisi .....	41
Çizelge 4.21. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin bitki boyu üzerine etkisi .....	42
Çizelge 4.22. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin sürgün boyu üzerine etkisi .....	43
Çizelge 4.23. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak alanı üzerine etkisi .....	44
Çizelge 4.24. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin kök ağırlığı üzerine etkisi .....	45
Çizelge 4.25. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki N (%) içerikleri üzerine etkisi .....	46
Çizelge 4.26. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki P (%) içerikleri üzerine etkisi .....	47
Çizelge 4.27. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki K (%) içerikleri üzerine etkisi .....	48
Çizelge 4.28. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Ca (%) içerikleri üzerine etkisi .....	49
Çizelge 4.29. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Na (%) içerikleri üzerine etkisi .....	50
Çizelge 4.30. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Mg (%) içerikleri üzerine etkisi .....	51
Çizelge 4.31. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Fe (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	52
Çizelge 4.32. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Cu (ppm) içerikleri üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.33. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Mn (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	54
Çizelge 4.34. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Zn (ppm) içerikleri üzerine etkisi .....	55

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

%	Yüzde
m <sup>2</sup>	Metre kare
cm <sup>2</sup>	Santimetre kare
m <sup>3</sup>	Metre küp

### KISALTMALAR

KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ppm	milyonda bir kısım
mm	milimetre
cm	santimetre
g	Gram
mg	miligram
mL	mililitre
L	Litre
Ca	Kalsiyum
Na	Sodyum
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Fe	Demir
Mn	Mangan
Zn	Çinko
Cu	Bakır
DTPA-TEA	Dietilen Triamin Pento Asetik Asit-Tri Etanol Amin

## 1. GİRİŞ

Zeytin ağacı uzun yaşam, verimlilik, bereket, güç, zenginlik ve barışı simgelemektedir. Anavatanı Anadolu (Hatay-Mardin-Gaziantep) olan zeytin; bu gen merkezinden Dünyaya yayılımını gerçekleştirmiş ve Akdeniz kültürünün bir sembolü haline gelmiştir. Dünya genelinde 10 milyon hektarın üstünde zeytinlik vardır. FAO istatistiklerine göre İspanya 2.575.473 ha alanla 1. sırada yer almakta olup (%24.2), bunu Tunus (1.646.060 ha), İtalya (1.165 562 ha), Fas (1.008.065 ha) ve Yunanistan (887.177 ha) takip etmektedir. Türkiye 845.542 ha ile (%7.9) dünya zeytin üretim alanı bakımından 6. sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1., FAO, 2016).

Çizelge 1.1. Dünyadaki bazı ülkelerin zeytin üretim alanları.

Ülkeler	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>İspanya</b>	2.503.675	2.504.261	2.507.000	2.515.800	2.351.370	2.575.473
<b>Tunus</b>	1.763.450	1.810.550	1.822.820	1.588.620	1.624.980	1.646.060
<b>İtalya</b>	1.144.422	1.125.382	1.146.863	1.156.784	1.147.877	1.165.562
<b>Fas</b>	900.743	968.123	922.235	946.818	1.006.491	1.008.065
<b>Yunanistan</b>	807.567	807.696	796.674	818.285	938.330	887.177
<b>Türkiye</b>	798.493	813.765	825.826	826.092	836.935	845.542
<b>Portekiz</b>	345.683	347.292	351.770	352.350	351.340	355.075
<b>Dünya Toplamı</b>	10.045.874	10.237.098	10.278.438	10.170.667	10.278.166	10.650.068

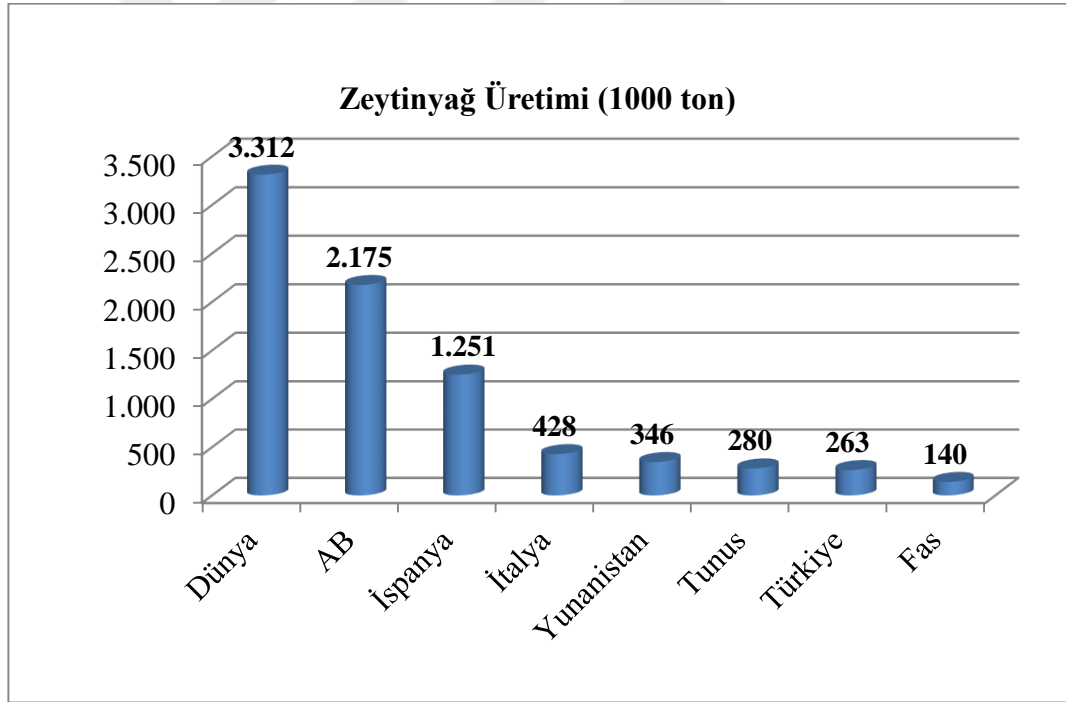
Günümüzde 19.267.493 ton olan Dünya zeytin üretiminin %97'si Akdeniz havzasındaki ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir. İspanya 6.559.884 ton üretimi ile dünya zeytin üretiminin %34'nü karşılamaktadır. İspanya'yı sırasıyla 2.343.383 ton ile Yunanistan, 2.092.175 ton ile İtalya izlemektedir. Türkiye 1.730.000 ton üretim miktarı ile 4. sırada yer almakta ve toplam üretimin %9'nu karşılamaktadır (Çizelge 1.2; FAO, 2016).

Üretilen zeytinler sofralık ve yağlık olarak değerlendirilmektedir. Sofralık zeytin üretiminde ön plana çıkan ülke İspanya olup 2017 yılı değerlerine göre 562.000 ton üretim gerçekleştirmiştir. Türkiye 460.000 ton üretimi ile 3. sırada yer almaktadır (Anonim, 2017). 2017 yılı dünya zeytinyağı üretimi 3.312.000 tondur. Dünya zeytinyağı üretiminde önde gelen ülkeler içerisinde ilk sırayı zeytin üretiminde

olduğu gibi İspanya (1.251.000 ton) almaktadır. İspanya'yı İtalya (428. 000 ton) ve Yunanistan (346.000 ton) izlemektedir. Türkiye 263.000 ton üretimle 5. sırada yer almaktadır ( Anonim, 2017; Şekil 1.1).

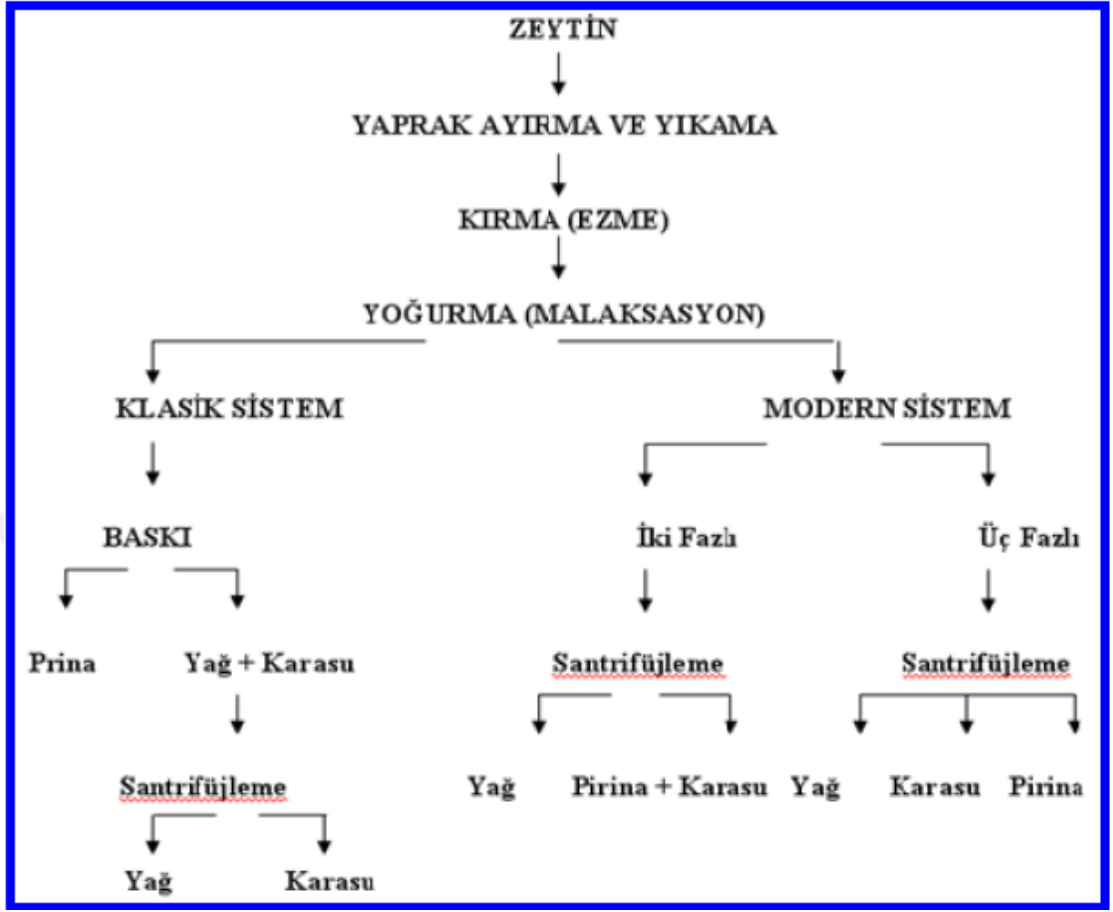
Çizelge 1.2. Dünyadaki bazı ülkelerin zeytin üretim miktarları.

Ülkeler	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>İspanya</b>	7.820.060	3.849.300	9.276.100	4.560.400	5.947.700	6.559.884
<b>Yunanistan</b>	2.491.026	2.764.017	1.752.075	2.592.375	1.679.400	2.343.383
<b>İtalya</b>	3.182.204	3.017.537	2.940.545	1.963.676	2.732.894	2.092.175
<b>Türkiye</b>	1.750.000	1.820.000	1.676.000	1.768.000	1.700.000	1.730.000
<b>Fas</b>	1.415.902	1.315.794	1.181.676	1.573.206	1.144.238	1.416.107
<b>Tunus</b>	562.000	963.000	1.100.000	376.000	1.700.000	700.000
<b>Mısır</b>	459.650	563.070	541.790	565.669	698.927	694.309
<b>Dünya Toplamı</b>	21.228.393	17.683.520	22.025.129	16.208.881	19.340.999	19.267.493



Şekil 1.1. Ülkelerin zeytinyağı üretim miktarları (ton)

Zeytin meyvesi genel olarak sofralık ve yağlık olarak değerlendirilmektedir. Zeytinyağı elde edilmesi sırasında ana ürün zeytinyağı ile birlikte yan ürün olarak pirina ve karasu ortaya çıkmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Zeytinyağı üretimi akış şeması

Pirina; zeytinyağı fabrikalarından zeytinlerin sıkılmasından sonra artakalan zeytin küspesine denir. Pirina % 6–8 yağ ve % 20–30 su içermektedir. Genellikle 100 kg zeytinden 35–40 kg pirina elde edilmektedir (Işıklı, 1986). Pirinadan solventler kullanılarak elde edilen pirina yağı; sabun sanayisinde, şeker fabrikalarında evaporasyon kazanlarında köpük giderici olarak, yağ asidi imalinde, yakıt maddesi olarak kullanılmaktadır (Seferoğlu, 1997).

Karasu; zeytin işletmelerinde zeytinden yağın ayrılması sonucunda ortaya çıkan zeytin meyve suyu ve yıkama sularından oluşan koyu kırmızı-mor renkli toplam katı madde miktarı yüksek, asidik, organik madde, P, K ve Mg besin elementlerince zengin bir yanüründür. Karasuyun bileşiminde önemli miktarlarda bulunan besin maddeleri; 1 m<sup>3</sup> karasuda yaklaşık 3.5–11 kg K<sub>2</sub>O, 0.6–2.0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0.15–0.5 kg Mg tespit edilmiştir (Acunaz, 1987; Püskülcü ve ark., 1995).

Zeytin karasuyu, zeytinyağı üretim sırasında ortaya çıkan atık sudur. Karasuyun miktarı ve fizikokimyasal özellikleri üretim yerine, ürün alınan ağacın yaşına, hasat sezonuna, ürün yıl var veya yok olmasına, zeytin çeşidine, olgunluk derecesine ve ekstraksiyon metotlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (İkizoğlu ve Haskök, 2005; Aviani ve ark., 2012).

Karasu, koyu kahverengi–menekşe tonlarından siyaha kadar değişen renklindedir. Değerli iz elementler; K, P gibi elementler ve organik bileşikler içermektedir. Organik bileşiklerin başında şeker, azotlu bileşikler, uçucu asitler, polialkoller, pektin, yağ, polifenoller ve tanenler gelmektedir (Oktav ve Özer, 2002). Polifenolik maddeler zeytin karasuyuna fitotoksit ve antimikrobiyal özellikler kazandırmakta ve değerli antioksidanlar olarak bilinmektedirler (Nergiz, 2000). Karasuda en fazla bulunan polifenolik maddeler ise sinamik asit ve türevleri, kafeik asit, benzoik asit ve türevleri, protokateşik asit, vanilik asit ve etanol 3–4 dihidroksifenil türevleri, oleuropein, tyrosol ve hidrosityrosol'dur (Boskou, 1996).

Zeytin tanesinin yaklaşık %50'sini oluşturan meyve suyuna ilaveten üç fazlı sistemlerde (modern-kontinü) ılık su katılması nedeniyle işlenen 1 ton zeytinden 1.0-1.2 m<sup>3</sup> karasu oluşurken, iki fazlı sistemde işlenen bir ton zeytinden %60 dolayında su içeren yaklaşık 0.8 m<sup>3</sup> sulu pirina ve klasik (baskılı) yağhanelerde 0.4 – 0.5 m<sup>3</sup> dolayında karasuyun ortaya çıktığı genellikle kabul edilmektedir (Oruç, 2011). Zeytinyağı üretiminin %97'sinin Akdeniz ülkelerinde yılda yaklaşık 30 milyon m<sup>3</sup> karasuyun ortaya çıktığı tahmin edilmektedir (Galanakis, 2017). Ülkemizde 1.730.000 ton zeytin üretiminin yaklaşık olarak 1.300.000 tonu zeytinyağına işlenmektedir. Bu işleme sırasında yaklaşık olarak 1 milyon ton karasu ortaya çıkmaktadır. Bu karasuyun neden olduğu kirlilik miktarı toplam 7.5 milyonluk nüfusun oluşturduğu çevre kirliliğine denk olması nedeniyle, ülkemizde zeytin kampanyası süresince kirlilik artışı bakımından ülke nüfusuna 7.5 milyon kişi daha katılmış gibi olmaktadır. Bu da; karasuyun önemli bir çevre kirleticisi olduğunu göstermektedir (Seferoğlu, 1997). Çok yüksek bir organik kirlilik yüküne sahip olan karasuyun (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı 70-100 g/L, Kimyasal Oksijen İhtiyacı 100-130 g/L) sucul ortamlara (akarsu–göl–deniz) ve araziye gelişi güzel bırakılması çok önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre karasuyun deşarj edilebilmesi için Kimyasal Oksijen İhtiyacını gösteren kirlilik değerinin 250 mg/L'nin altına

düşürölmesi gerekmektedir. Karasuyun karasal ve sucul ortamlara kontrolsüz verilmesi tüm ekosisteme özellikle de doğal su kaynakları (yeraltı ve yüzey su rezervleri, sahil ve deniz) için ciddi sorunlara yol açmaktadır. İçeriğindeki tanenlerin oksidasyonunun ve ardından polimerizasyonunun bir sonucu olan siyah renk oluşumudur. Ayrıca indirgenmiş şeker içeriği, yüksek fosfor içeriği ve fenolik yükü çoğu mikroorganizmalar için toksik etki oluşturmuştur (Chaari ve ark., 2015). Karasuyun çevre üzerindeki olumsuz etkilerini gidermek ve yararlı hale getirebilmek için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Toprağa sızdırma, gübre olarak kullanma, kompost üretiminde kullanma, buharlaşma ve sızma için araziye boşaltma, lagünlerde buharlaştırma, katı yakıt elde etme, fizikokimyasal arıtma, kimyasal arıtma, biyolojik arıtma karasu çamurunun stabilizasyonu, fermentasyona tabi tutularak değerli son ürünlere dönüştürme, tek hücre proteini elde etme, buharlaştırma, membran prosesleri ile arıtma gibi karasuyun arıtımında ve bertaraf edilmesinde uygulanan yöntemlerdir (Ursinos, 1981, 1986; Kasırğa, 1998).

Pirinadan çeşitli şekillerde yararlanılırken serbest bırakılan karasu bazen çevreyi kirletici boyutlara ulaşabilmektedir. Karasu gerçekte organik maddesi çok yüksek, pH'sı düşük, azot, potasyum, fosfor ve magnezyum içeriği yüksek bir materyal olup topraklara organik madde ve besin maddesi kazancı sağlaması nedeniyle gübre olarak kullanılabilir durumdadır (Püskülcü ve ark., 1995). Ayrıca karasuyun farklı değerlendirme şekilleri de bulunmaktadır. Bunlar enerji sağlamak için (yakacak), hayvan rasyonlarına katılarak yem sanayiinde, biyogaz üretiminde, damlama sulamalarda vb. olarak değerlendirilmektedir. Karasuyun değerlendirilmesine yönelik çalışmalardan birisi de gübre olarak kullanımındır (Seferoğlu ve ark., 2001).

Ursinos ve Fiestas (1984), zeytin yetiştiriciliği yapan birçok gelişmiş ülkenin karasuyu a) Toprağa sızdırmak suretiyle elde edilen çamurun gübre fabrikalarında ham madde olarak kullanımı veya doğrudan doğruya tarım ve orman sahalarına verilmek suretiyle bu sahaların ıslahında, b) Sulama suyu olarak, sulama sularına belli oranlarda karıştırılarak, c) Hayvan yem rasyonlarında, zeytin pulpu ile (çekirdeği alınmış pirina) karıştırılarak, d) Yakacak ve biriket yapımında, yağı alınmış ve orman atıkları ile karıştırılarak, e) Tek hücreli protein elde etmek suretiyle yem sanayinde ham madde sağlamakta, f) Biyogaz elde edilmesinde anaerobik işlemler yardımı ile kullanmakta olduğunu bildirmiştir.



Karasuyun içinde bulunan polifenoller çevreye kokuların yayılmasına neden olmaktadır. Ancak karasu gübre olarak toprağa verildiğinde besin maddesi olarak yarar sağladığı gibi içindeki polifenoller de ağaçların çevresindeki otlara herbisit görevi yapıp yabancı otları öldürmektedir (Boz ve ark., 2003).

Karasuyun sulandırılmadan kullanılması halinde düşük pH ve oksijen azlığı nedeniyle bitki köklerinde zararlı etkileri olabildiğini ve karasuyu m<sup>2</sup>'ye 5 L veya ha'a 50 m<sup>3</sup> olması önerilmiştir. Ayrıca İspanya'da şehir atık suları karasu ile birlikte (1 kısım karasu 6 kısım şehir atık suyu karıştırılarak) zeytinlerin sulanması ve gübrelemesinde kullanılmaktadır (Hermos, 1983; Püskülcü ve ark., 1995).

Karasu, diğer endüstriyel atık sulardan farklı olarak sadece zeytin meyvesine ait bileşenler ile sudan oluşmakta ve herhangi bir sentetik madde içermemektedir. Ayrıca karasuyun organik madde, N, P, K ve Mg'ca zengin olması nedeniyle belli düzeyde bir arıtmadan geçtikten sonra yararlı bir gübre veya toprak ıslah maddesi özelliği kazanabilme potansiyeli bulunmaktadır (Tsagaraki ve ark., 2007; Mechri ve ark., 2011; Chaari ve ark., 2015). Farklı yöntemlerle işlenen karasu uygun miktarlarda uygulandığında bitkiler ve toprak verimliliği için gerekli organik madde ve besin maddeleri kaynağı olarak yararlı olabilmektedir (Di Bene ve ark., 2013). Parades ve ark., (2005) zeytin karasuyunun belli oranda toprağa uygulanmasının kültür bitkilerine olumsuz etki yapmayacağını, inorganik gübreye benzer ürün verdiğini bununla birlikte toprağın kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

Önemli bir zeytin üretim potansiyeline sahip Hatay'da 513.409 da alanda zeytin üretimi yapılmakta ve 135.900 ton ürün elde edilmektedir (Anonim, 2016). Hatay'da 90 adet zeytinyağı fabrikası bulunmakta ve yaklaşık 116.770 ton zeytin işlenmekte ve 23.350 ton yağ elde edilmektedir. Bu üretim esnasında yaklaşık 100.000 m<sup>3</sup> karasu atığı oluşmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan, bu haliyle çevre kirliliği açısından önemli sorunlara yol açabilen ancak içeriği nedeniyle farklı alanlarda kullanılan karasuyun, düşük maliyetli alternatif bir bertaraf yöntemi olarak sulama suyu şeklinde farklı oranlarda Gemlik zeytin fidanına verilerek bitki gelişimine, toprak ve bitkide besin maddeleri içeriğine etkisini belirlemektir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Işıklı (1992), Ege Bölgesi zeytinyağı fabrikalarından alınan 45 adet karasu örneğini incelemiş ve analiz sonuçları Çizelge 2.1’de verilmiştir. Karasuyun ortalama pH değeri 4.93, azot 504 ppm, fosfor 153 ppm, potasyum 1868 ppm, kalsiyum 150 ppm, magnezyum 76 ppm, demir 18.37 ppm, sodyum 67.4 ppm değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2.1. Ege Bölgesi zeytinyağı fabrikalarında oluşan karasuya ait bazı özellikler

Özellik	Değeri	Özellik	Değeri (ppm)
pH	4.93	Azot	504
Sıcaklık (°C)	49.3	Fosfor	153
Elektriki Geçirgenlik	5656.0	Potasyum	1868
Asidite (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	5183.3	Kalsiyum	150
Şeker (%)	3.94	Mağnezyum	76
BOİ <sub>5</sub> (g/L)	77.5	Mangan	2.7
KOİ (g/L)	108.33	Çinko	0.9
Toplam Katı Madde (g/L)	47.74	Bakır	0.3
Toplam Sabit Katı Madde	19.54	Demir	18.37
Toplam Uçucu Madde (g/L)	23.79	Bor	5.2
Süspanse Madde (g/L)	4.82	Sodyum	67.4

Lombardo (1988), karasuyun Grassodi Cassona çeşidi elma ağaçlarına ve toprağa etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda sadece en yüksek dozda (16 L/m<sup>2</sup>) yapılan uygulamada hafif bir şekilde tomurcuk oluşumunun azaldığı ve toprak biyolojisinin değişmediğini gözlemlemişlerdir.

Marsilio ve ark. (1990), genç bir zeytinlikte yaptıkları çalışmada kumlu toprakların bulunduğu fidanların etrafına Ocak ve Mayıs aylarında m<sup>2</sup>'ye 2, 4, 8 ve 16 L olacak şekilde karasu ilavesinin sürgün oluşumunu ilk iki dozda kontrol fidanlarına göre olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Gallordo ve Perez (1990), İspanya’da sera koşullarında yapılan bir araştırmada kireçli topraklarda 2 kg toprağa 331 mL ve 500 mL olacak şekilde yapılan karasu ilavesi sonunda ilk ekimde özellikle yüksek doz uygulamasında, arpa bitkisinde olumsuz etkiler görülmüştür. Ancak hasat sonrası toprağın dinlendirilmesini takiben yapılan çayırotu tohumu ekimi ve yetiştirilmesinde karasuyun topraktaki kalıcı etkisinin olumlu olduğu belirlenmiştir. Çalışmada karasu ilavesinin başlangıçta

topraktaki serbest azotun azalmasına neden olduğu, ancak daha ileriki dönemlerde toprakta bitkiye yarayışlı azot miktarını arttırdığı, atığın başlangıçtaki olumsuz etki potansiyeli dikkate alınarak karasu ilavesinden altı ay geçtikten sonra ekim yapılmasının iyi olacağı, başlangıç dozunun 413 m<sup>3</sup>/hektarı geçmemesi gerektiği vurgulanmıştır.

Briccoli-Bati ve ark. (1990), karasuyun farklı dozlarını (kontrol, 100, 200, 400 ve 800 mL) 3 L hacmindeki saksıda bulunan zeytin fidanlarına uygulamışlar. Düşük dozdaki (400 mL/saksı) karasuyun kontrol uygulamasına göre fidanların sürgün gelişimi üzerine pozitif etki yaptığını, yüksek dozların toksik etki yaptığını belirtmişler.

Levi ve ark. (1992), karasuyun 3 farklı dozunun (80, 160 ve 320 m<sup>3</sup>/ha) etkisini mısır bitkisinde denemişlerdir. Karasu toprağa verildikten 15, 53 ve 135 gün sonra toprak örnekleri alınmış ve analiz edilmiştir. Yapılan ölçümlerde pH değerinde önce düşüş daha sonra tekrar yükselme görülmüş, tuzluluk oranında, N, P ve K miktarlarında artışlar belirlenmiştir.

Püskülcü ve ark. (1995), Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsünün Kemalpaşa'daki deneme sahasında 23 yaşındaki Memecik zeytin çeşidinde karasuyun lagünlerde bekletilip buharlaştırılması ve dibe çöken çamurun kurutulmasıyla elde edilen tortunun etkisini araştırmışlar. Karasu tortusu ağaç başına 40 kg ve 80 kg olarak uygulanmıştır. İki yıl üst üste yapılan uygulamalardan sonra verim değerleri alınmış, yaprak ve toprak analizleri yapılmıştır. Yapılan uygulamalar toprak özelliklerinde bazı değişikliklere neden olmuşsa da bunların hiçbiri toprak verileri için sınır değerlerini değiştirecek düzeyde saptanmamıştır. Yaprak örneklerinde N ve K 'da artışlar olmuştur. Ürünü arttırıcı yönde de önemli sonuçlar elde etmişlerdir. Yaprakların mineral madde içeriği, özellikle potasyum (%0.5–1.1) ve fosforun (%0.5–1.1) belirlenmesi ile karasu zeytin ağaçları ve diğer ürünler için gübre olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Ben Rouina ve ark. (1999), karasuyun 5 farklı dozunun (0, 2, 4, 6 ve 8 L/saksı) saksıda yetiştirilen Chemlali çeşidine olan etkilerini incelemişlerdir. Karasu uygulamaları toprağın organik madde içeriğini etkilemiş, kontrol uygulamasında %0.86 olan organik madde 8 L/saksı uygulamasında %2.78 değerine ulaşmıştır. Karasu uygulamalarıyla birlikte toprakta N (kontrol uygulaması %0.056 iken 8 litre karasu uygulaması %0.081), P (kontrol uygulaması 170 ppm iken 8 L karasu uygulaması 620

ppm) ve K (kontrol uygulaması 165 ppm iken 8 L karasu uygulaması 735 ppm) oranlarının önemli düzeyde arttığını belirtmişler. Karasu uygulamaları toprağın Na, Ca ve Mg içeriklerinde istatistiksel olarak farklılık oluşturmamıştır. Karasuyun 8 L/saksı uygulamaları önemli düzeyde fidan ölümlerine sebep olmuştur. Karasuyun 4 ve 6 L/saksı dozları kontrol uygulamasına göre bitkinin sürgün gelişiminde önemli artışlara sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Çengel ve Okur (2000), yaptıkları çalışmada karasuyun çevreye olan kirletici etkileri yanında yüksek düzeyde organik madde, K, P elementlerince zengin olması ve toprakta mikrobiyolojik olarak ayrıştırılabilir bir özellik taşıması nedeniyle, karasuyun tarımsal alanlarda kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Çalışmada, tınlı, kumlu ve killi topraklarda karasuyun toprak pH'sını tın bünyeli topraklarda 0.42 birim, kil bünyeli topraklarda 0.05 birim düşürdüğü, kum bünyeli topraklarda ise 0.32 birim yükselttiği tespit edilmiştir. Toprağın toplam azot miktarını da her üç bünyeye sahip topraklarda % 0.7–1.47 arasında arttırdığını belirlemişlerdir.

Seferoğlu ve ark. (2001), karasuyun katı ve sıvı formunu değişik dozlarda bitki bulunmayan boş parsellere uygulayarak toprakta yapmış olduğu fiziksel ve kimyasal değişimleri incelemişlerdir. Karasu dozlarının toprakta olumsuz herhangi bir değişikliğe neden olmadığını aksine ilk uygulandığı dönemde pH'yı düşürdüğünü daha sonra tekrar eski hale geldiğini ayrıca toprakların organik madde, N, P ve K içeriğini önemli düzeyde arttırdığını belirlemişlerdir.

Piotrowska ve ark. (2006), karasuyun 40 m<sup>3</sup>/ha ve 80 m<sup>3</sup>/ha dozlarını uygulamışlardır. Araştırmacılar, karasuyun toprağın azot içeriğine etki etmezken P ve K konsantrasyonlarının arttığını bildirmişler.

Fırat (2007), zeytin yağ fabrikasının atığı olan kek halindeki katı karasuyun organik gübre olarak kullanımı ve karasuyun bazı olumsuz özelliklerini gidermek amacıyla karasuyun farklı (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 g/kg) dozlarının saksıda (kontrollü koşullarda) mısır yetiştiriciliğinde etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda toprak ve bitki örneklerinde uygulamalar arasında farklılıklar elde edilmiş ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Sonuç olarak, mısır yetiştiriciliği açısından en uygun karasu dozlarının bazı toprak ve bitki özelliklerinde 15 kg/m<sup>2</sup>, bazılarında ise 20 kg/m<sup>2</sup> olduğu kaydedilmiştir.

İsrail'de organik tarım yapılan bir bahçede hektara 36 m<sup>3</sup> ve 72 m<sup>3</sup> karasu

uygulanması sonucunda olumsuz bir etkinin görülmediği ve karasuyun kontrollü bir şekilde uygulanabileceği belirtilmiştir (Saadi ve ark., 2007)

Seferoğlu ve ark. (2008), karasuyu sıvı halde fabrikadan çıktıktan hemen sonra, 25-30 yaşlarında üç yaprak anacı üzerine aşılınmış 'Satsuma' mandarin ağaçlarına (0-5-7,5-10 L/m<sup>2</sup>) uygulamışlar. Araştırmacılar, artan karasu dozlarının mandarin yapraklarının N, P, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerini arttırdığını saptamışlar. Uygulamaların, ağaçların verimlerini kontrole göre arttırdığını, meyvelerin kabuk kalınlığı, en, boy gibi pomolojik özelliklerini ve % kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik gibi kimyasal analiz değerlerini de olumlu yönde etkilediği belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bitkilerin gelişmesine ve kalite özelliklerine olumlu etkilerinden dolayı ağaç başına verilen karasu için uygun dozun 10 L/ağaç olduğunu belirtmişler.

Şahin ve ark. (2009), karasu tortusunun organik kuru incir yetiştiriciliğinde ağaç gelişimi, verim ve bazı kalite özelliklerine etkisini, üretici bahçesinde 80 adet Sarılop incir ağacı üzerinde incelemişlerdir. Erbeyli Tariş'ten alınan karasuyun 4-5 ay süreyle havuzlarda bekletilmesi sonucu dibe çöken çamurun kurutulmasıyla elde edilen karasu kekinin 25, 50, 75 ve 100 kg miktarlarının bazı ağaçlarda her yıl, bazı ağaçlarda iki yılda bir uygulandığı üç yıllık araştırma sonuçlarına göre, tortunun sürgün uzunluğu (mm) ve sürgün çapını (mm) arttırıcı etkisinin olduğu, ayrıca sağlam incir oranını (%) arttırdığı, güneş yanıklı incir oranını (%) ise azalttığı kaydedilmiştir.

Chartzoulakis ve ark. (2010), 20 yaşındaki Kalamata zeytin çeşidinde toprak özellikleri ve bitki performansına etkilerini belirlemek için birinci yıl 252 m<sup>3</sup> /ha (0.9 m<sup>3</sup>/ağaç) ve 2. ve 3. yıllarda 420 m<sup>3</sup> /ha (1.5 m<sup>3</sup>/ağaç) oranlarında karasu uygulaması yapmışlar. Araştırmacılar, karasuyun kimyasal içeriğinin ortalama 4.8 pH, 0.8 g/L NO<sub>2</sub>, 4.5 g/L K, 0.5 g/L Na, 0.8 g/L Cl değerlerine sahip olduğunu belirtmişler. Karasu uygulamaları toprağın pH, P ve Na değerlerinde artışa sebep olmazken, N, organik madde ve özellikle K ve Fenol içeriklerinde önemli artışlara sebep olmuştur. Karasu uygulaması yapraklardaki N, P, K, Ca, Mg ve Na içerikleri üzerine istatistiksel bir etki yapmamıştır. Araştırmacılar, karasu uygulamalarının bitkilerin fotosentez oranlarında büyüme mevsiminin başında azalma, büyüme mevsiminin sonuna doğru ise kontrol bitkisine kıyasla daha yüksek oranlarda fotosentez gerçekleştirdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, karasu uygulamalarının ağaçların meyve verimi ve yağ içerikleri üzerine olumsuz bir etki yapmadığını ve toksik belirtilerin görülmediğini belirtmişler.

Mechri ve ark. (2011), Tunus'ta zeytin ağaçlarına karasuyu 60, 100 ve 150 m<sup>3</sup>/ha dozlarında uygulayarak bitkideki fotosentez, klorofil, yaprak besin elementleri ve karbonhidrat düzeyleri üzerine olan etkilerini araştırmışlar. Çalışmada kullanılan karasuyun pH değerinin 5.1, tuzluluk değerinin 6.37 g/L, kimyasal oksijen ihtiyacının (COD) 93 g/L olduğunu; 1340 mg/L N, 720 mg/L P, 6200 mg/L K içerdiklerini saptamışlar. Araştırmacılar, yapraktaki N içeriklerinin kontrol uygulamasında % 1.70 iken 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %1.82 değerine ulaştığını ve 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında ise %1.57 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar karasu uygulamalarının yapraklardaki P (kontrol: % 0.170, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: %0.138), K (kontrol: % 0.90, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: % 0.70), Ca (kontrol: % 0.88, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: % 0.70), Mg (kontrol: 19.12 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 7.81 mg/kg), Fe (kontrol: 101.80 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 56.20 mg/kg), Zn (kontrol: 41.40 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 26.50 mg/kg), Mn (kontrol: 33.90 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 6.40 mg/kg) ve Cu (kontrol: 41.40 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 26.47 mg/kg) içeriklerinde azalmalara sebep olduğunu saptamışlardır.

Moraetis ve ark. (2011), zeytin karasuyunu kireç ile karıştırıp ön-arıtma yaptıktan sonra 5 yıl süre ile normal su ile karıştırıp, sulama sezonu boyunca mısırdaki kullanmışlardır. Çalışma sonunda mısır bitkisinin çiftçi koşullarında uygulanan gübrelerle oranla azotu 6 kat ve potasyumu ise 50 kat daha fazla, fosforu ise 2 kat daha az aldığı belirlenmiştir.

Shereen ve ark. (2011), farklı miktarlardaki karasuyu (0, 24, 48 ve 72 L/ağaç) Manzanillo zeytin ağaçlarına Ocak ayından Mayıs ayının ortasına kadar olan dönemde 15'er gün aralıklarla uygulamışlardır. Araştırmacılar, karasuyun pH değerinin 5.8, toplam N'un %1.1, P'un %0.60, K'un %1.22, Ca'un %0.80, Mg'un %1.35, Na'un %0.4, Zn'nun 59 ppm, Cu'nun 25 ppm ve Mn'in 61 ppm değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Karasu uygulaması ile birlikte toprağın N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinde önemli oranda artışların, Na, Fe ve Cu içeriklerinde ise azalmaların olduğunu saptamışlar. 72 L/ağaç karasu uygulaması sürgün uzunluğunu, yaprak sayısı ve yaprak alanını, somak uzunluğunu ve çiçeklenme oranını arttırmıştır. Yapraklardaki P içeriklerine uygulamaların etkisi olmazken, en yüksek N içerikleri 24 L /ağaç karasu uygulamasında, en yüksek K, Ca, Mn ve Zn içerikleri ise 74 L/ağaç karasu uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek meyve tutumu, verim, çekirdek ağırlığı ve

yağ oranı 48 L/ağaç karasu uygulamasından, en yüksek meyve ağırlığı ve et/çekirdek oranı ise 24 L/ağaç uygulamasından elde edilmiştir.

Chaari ve ark. (2015), Tunus koşullarında zeytin bahçesine karasuyu 50, 100 ve 200 m<sup>3</sup>/ha dozlarında 9 yıl süresince uygulayarak toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisini araştırmışlar. Çalışmada kullanılan karasuyun pH değerinin 4.63 olduğunu, 0.34 g/L N, 0.19 g/L P, 1400 ppm Na, 4300 ppm K, 380 ppm Ca ve 320 ppm Mg içerdiklerini saptamışlardır. Araştırmacılar, toprağın pH'sının 7.5-8.0 değerleri arasında olduğunu ve karasu uygulamalarının pH üzerine etki yapmadığını belirtmişlerdir. Karasu uygulamaları toprağın organik madde içeriğinde önemli artışlara sebep olmuş, kontrol uygulamasında %0.068 olan organik madde, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %0.5 değerine ulaşmıştır. Araştırmacılar karasuyun toprağın P, N ve K içeriklerinde önemli artışlara sebep olduğunu belirtmiş, kontrol uygulamasında P 52.5 ppm, N 161 ppm, K 150 ppm iken, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile P 77 ppm, N 343 ppm ve K 850 ppm değerlerine ulaşmıştır. Araştırmacılar karasu uygulamalarının topraktaki Na içeriğinin artmasına, Ca içeriklerinin ise azalmasına neden olduğunu saptamışlar.

Magdich ve ark. (2016), Chemlali zeytin çeşidine karasuyun 50, 100 ve 200 m<sup>3</sup>/ha dozlarını 8 yıl boyunca uygulamışlar, karasuyun zeytin ağacındaki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklere etkisini araştırmışlar. Çalışmada kullanılan karasuyun pH değerinin 4.37 olduğunu, 1.60 g/L N, 0.60 g/L P, 6.20 g/L K, 0.78 g/L Ca, 0.58 g/L Mg, 1.37 g/L Na ve 0.98 g/L Cl içerdiklerini saptamışlar. Net fotosentezi 50 ve 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamaları arttırmış, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ise azaltmıştır. Araştırmacılar, yaprakların N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinin kontrol uygulamasına göre 50 ve 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamalarının önemli düzeyde artışa, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasının ise azalmaya sebep olduğunu saptamışlar. Araştırmacılar, meyve veriminde kontrole göre 50 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %33.50, 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %37.66 ve 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %19.48 oranında artış olduğunu saptamışlar.

Uzun ve Seferoğlu (2017), zeytinyağı fabrikası atığı olan karasuyun toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana getireceği etkiyi incelemek amacıyla karasuyun üç farklı dozunu (0, 1.5, 3 t/da) kumlu tınlı toprağa iki yıl süre ile uygulamışlar. Karasu ilavesinin toprağın azot, magnezyum ve fenol içeriğinde önemli

bir değişiklik meydana getirmediğini potasyum içeriğinde ise artışa neden olduğunu tesbit etmişlerdir. Organik madde, EC değeri, pH ve diğer besin maddelerinde (P, Ca ve Na) ise farklı dönemlerde kısmi değişiklikler olduğunu belirlemişler.

Bayız ve Okur (2018), ham karasu ve iki farklı yöntem (ekonomik ön arıtma ve ileri arıtma tekniği) ile arıtılmış karasuyu kumlu tın bünyeli bir toprağa 50, 100 ve 150 m<sup>3</sup>/ha dozlarında uygulamış ve toprağın C ve N dinamiği ile bazı kimyasal özelliklerinde meydana getirdiği değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar, denemede kullanılan ham karasuyun 4.93 pH, 0.33 g/L N, 0.63 g/L P ve 3.52 g/L K içerdiğini saptamışlardır. Karasu uygulamaları topraktaki toplam azot içeriğininin artışına sebep olmuş, kontrol uygulamasında 1.31 g/kg olan N, karasuyun 150 m<sup>3</sup>/ha uygulamasında 1.42 g/kg değerine ulaşmıştır. Karasu uygulamaları kontrol uygulamasına göre toprağın pH (kontrol: 7.16, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 7.25), P (kontrol: 18.7 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 25.1 mg/kg), K (kontrol: 533 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 722 mg/kg) ve Na (kontrol: 17 mg/kg, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu: 29 mg/kg) içeriklerinin artışına sebep olmuştur. Karasu uygulamaları toprağın Ca ve Fe içeriklerinin azalmasına sebep olurken, Zn ve Cu içeriklerinde bir değişikliğe sebep olmamıştır.

Zipori ve ark. (2018), İsrail’de 7 yaşındaki Leccino zeytin çeşidine 50, 100 ve 150 m<sup>3</sup>/hektar karasuyu 5 yıl boyunca uygulamışlar. Araştırmacılar, çalışmada kullanılan karasuyun pH değerininin 4.6, total N’un 1103 mg/L, P’un 291.6 mg/L, K’un 5308 mg/L, Fe’in 27.8 mg/L, Zn’nun 6.5 mg/L, Mn’in 2.4 mg/L, Na’un 287.5 mg/L, Ca’un 293 mg/L ve Mg’un 167.3 mg/L değerlerinde olduğunu saptamışlar. Karasuyun ağacın vejetatif gelişmesine, meyve verim ve kalitesine negatif bir etki yapmadığını belirtmişler. Karasu uygulamaları toprak ve yaprak N içeriklerinde artışa neden olmazken, hem toprak hemde yaprak P ve K içeriklerinde istatistiksel olarak önemli artışlara sebep olmuştur. Araştırmacılar, kontrollü uygulanan karasuyun zeytin bahçeleri için P ve K kaynağı olabileceğini ve ağaç performansını olumsuz etkilemeden gübre tasarrufu sağlanabileceğini belirtmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi (MKÜ), Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait seralarda ve bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür. Toprak ve bitki analizleri, gerekli ön hazırlıklar yapıldıktan sonra MARGEM (MKU Merkez laboratuvarı) de gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada çelikle üretimi yapılmış bir yaşlı Gemlik çeşidine ait fidanlar kullanılmıştır. Gemlik çeşidi Türkiye’de sofralık siyah zeytin ve yağlık olarak yetiştirilen ve Gemlik kökenli bir çeşittir. Yüksek adaptasyon yeteneği ve düzenli ürün vermesi yanında çelikle üretiminin kolay olması nedeniyle geniş bir yetiştiricilik alanına sahiptir. Marmara Bölgesi ağaç varlığının %80’ni Türkiye genelinin ise %11’ni Gemlik çeşidi teşkil etmektedir. Meyveleri orta büyüklükte, parlak, koyu siyah renkte olup, tad ve tekstür açısından üstün özelliklere sahiptir. Meyveleri %25 oranında yağ içerirler (Canözer, 1991; Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Gemlik çeşidinin meyvelerinin genel görünümü.

Gemlik çeşidine ait fidanlar plastik tüplerden 10 litrelik saksılara 2012 yılı sonbahar döneminde alınmıştır. Saksılarda ortam olarak harç (eşit oranda toprak: çiftlik gübresi: kum) kullanılmıştır. Bitkilere herhangi bir kimyasal gübreleme yapılmamıştır. Saksılar içerisindeki fidanlara uygulamaların başlatılacağı Mart ayına kadar benzer kültürel işlemler (sulama ve yabancı ot kontrolü) yapılmış denemede büyüme ve gelişme açısından bir örnek olan fidanlar seçilerek kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan Gemlik çeşidinin fidanlarından genel görünüm.

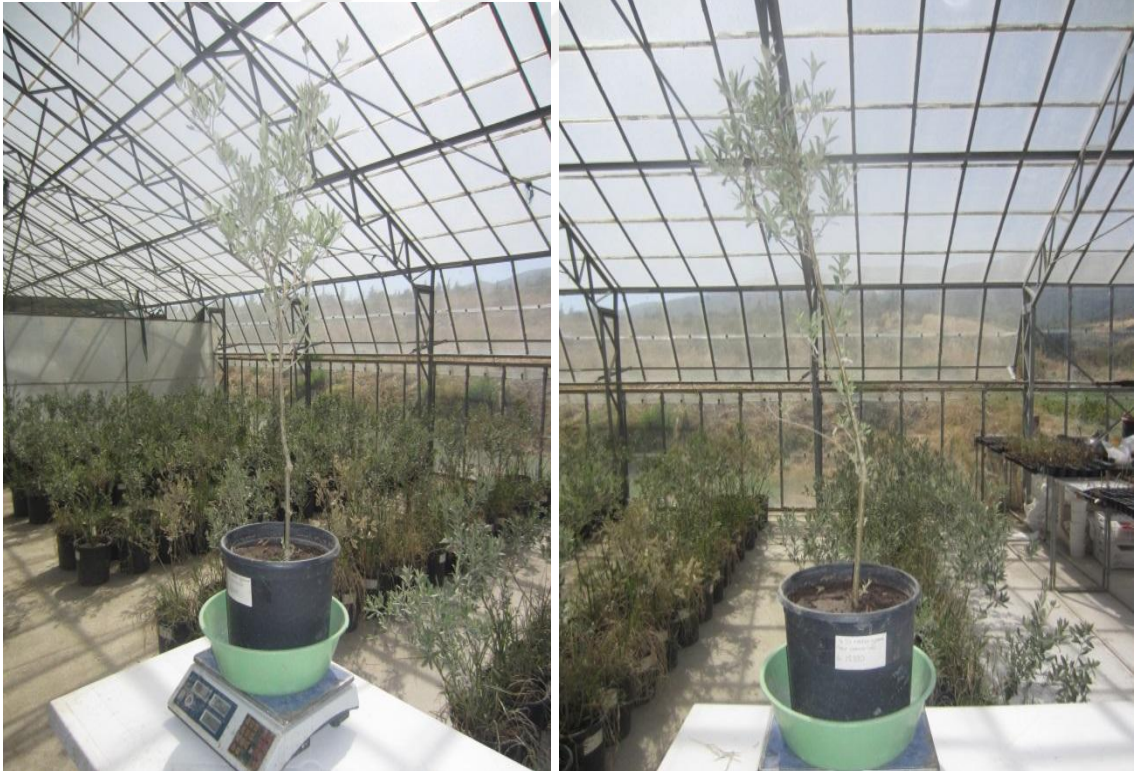
### 3.2. Yöntem

Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede kullanılan karasu aynı üretim sezonunda Hatay ilinde 3 fazlı zeytinyağı ekstraksiyonu yapan İshakoğlu Zeytinyağı İşletmesi'nden temin edilmiştir. Karasu, işletmenin havuzlarında muhafaza edilmiş ve Mart ayında 3 tonluk plastik tanklara alınarak bitkilere uygulaması başlanmıştır. Denemeye alınan saksılardaki fidanlara Mart ayından itibaren karasuyun su ile seyreltilmiş farklı oranları uygulanmıştır.

Bu uygulamalar:

- a) Normal sulama suyu
- b) %25 karasu + %75 sulama suyu
- c) %50 karasu + %50 sulama suyu
- d) %75 karasu + %25 sulama suyu
- e) %100 karasu

Fidanlara verilecek su miktarı, her uygulama için 3 şahit bitki kullanılarak tarla kapasitesine göre belirlenmiştir. Tarla kapasitesi toprak suyla doymun hale geldikten sonra toprak zerrelere karşı tuttuğu su miktarıdır. Tarımda sulama zamanının ve miktarının tespitinde kullanılmaktadır. Sulama aralığı bitkinin genel durumuna bakılarak yapılmıştır. Uygulamalara Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayı süresince devam edilmiştir. Sulama aralıkları ve verilen su miktarları düzenli bir şekilde not edilmiştir.



Şekil 3.3. Denemede kullanılan Gemlik zeytin fidanlarına yapılan sulama uygulamaları

### **3.2.1. Karasuyun Kimyasal Özellikleri**

Denemede kullanılan karasuyun pH değeri pH metre ile, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarı olarak ifade edilmektedir. Karasudaki kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) kapalı reflux kolorimetrik metodu kullanılarak spektrofotometrede belirlenmiştir (Greenberg ve ark.,1992). Karasuyun Na ve K içerikleri flame fotometrede (JENWAY PFP-7), Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn ve P içerikleri MARGEM (MKU Merkez laboratuvarı)'de bulunan ICP-OES/AES (Inductively Coupled Plasma, Varian Series II ) ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Karasuyun N içerikleri ise Kjeldahl (Lees, 1971) yöntemiyle belirlenmiştir.

### **3.2.2. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

Karasu uygulamalarının topraktaki etkilerini belirlemek için saksılarda kullanılan harcın deneme başlangıcında ve denemenin sonunda her uygulama için ayrı ayrı bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

#### **3.2.2.1. Bünye**

Harç örneklerinin yüzde kum, kil ve silt fraksiyonları hidrometre yöntemi ile saptanmıştır (Bouyoucos, 1962). Bu değerler bünye analiz üçgenine uygulanarak örneklerin bünye sınıfı belirlenmiştir.

#### **3.2.2.2. Ph**

1/2.5 toprak/su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metreyle ölçülmüştür (Jackson, 1962).

#### **3.2.2.3. Total tuz (%)**

Toprak örneklerinin total tuz içerikleri EC metre ile belirlenmiştir (Anonymous, 1954).

#### **3.2.2.4. Kireç (%)**

Toprak örneklerinin % kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir (Çağlar, 1958).

#### **3.2.2.5. Organik Madde (%)**

Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961).

#### **3.2.2.6. Azot İçeriği (%)**

Kjeldahl yöntemine göre yakıldıktan sonra buhar destilasyonu ile belirlenmiştir (Kacar, 2009).

#### **3.2.2.7. Alınabilir Fosfor (ppm)**

Olsen yöntemi ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1982).

#### **3.2.2.8. Değişebilir katyonlar (Ca, Na, K, Mg)**

pH sı 7 ye ayarlanmış 1 N amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edildikten sonra alev fotometresiyle belirlenmiştir (Kacar, 2009).

#### **3.2.2.9. Alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu**

pH'sı 7.3'e ayarlanmış DTPA-TEA (Dietilen Triamin Penta Asetik Asit-Tri Etanol Amin) ile ekstrakte edildikten sonra (Lindsay ve Norvel, 1978) elde edilen süzüğün element içerikleri Inductively Coupled Plasma (ICP-AES, Varian Series II ) ile belirlenmiştir (Kacar, 2009).

### **3.2.3. Bitkilerde Yapılan Ölçümler**

Denemede kullanılacak bitkilerin gövde çapları ölçülerek benzer gelişme aralığında olan fidanlar denemede kullanılmıştır. Denemenin sonunda bitkilerde bazı bitkisel ve kimyasal özellikler belirlenmiştir.

#### **3.2.3.1. Gövde Çapı (mm)**

Bitkilerin gövde çapları, denemenin başlangıcında ve sonunda her uygulamaya ait tüm bitkilerde toprak seviyesinin 5 cm yukarisından kumpas ile ölçülmüştür.

#### **3.2.3.2. Bitki Boyu (cm)**

Bitkilerin boyları, denemenin başlangıcında ve sonunda her uygulamaya ait tüm bitkilerde toprak seviyesinden itibaren fidanın tacının en üst noktası arasındaki mesafe metre yardımıyla ölçülmüştür.

#### **3.2.3.3. Sürgün boyu (cm)**

Bitkilerin sürgün boyları deneme başlangıcında ve sonunda her uygulamaya ait tüm bitkilerde fidan üzerinde bulunan sürgünler metre yardımıyla ölçülmüştür.

#### **3.2.3.4. Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>)**

Deneme sonunda her uygulamaya ait tüm bitkilerde sürgünlerin orta kısmındaki 10 adet yaprak alınarak yaprak ölçüm aleti (LI-3100C AREA METER) ile ölçülmüştür.

#### **3.2.3.5. Kök ağırlığı (g)**

Deneme sonunda her uygulamadan 5 bitki sökülerek kök bölgesi bol su ile yıkanarak topraktan ayrılması sağlanmıştır ve kazık ve saçak kökler birbirinden ayrılmış ve hassas terazide tartımları gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.4. Bitki Besin Elementi İçerikleri**

Deneme sonunda her uygulamaya ait tüm fidanların sürgünlerinin orta noktasından yeterli miktarda (10-15 g yaş ağırlık) yaprak rneği alınmış ve buz kutusu içerisinde laboratuara getirilen yapraklar önce %0.1 lik deterjanlı su ve ardından eşme suyu ve saf su ile yıkanmıştır. Yıkanan yapraklar 65-70°C'de sabit ağırlığa kadar 48 saat kurutulduktan sonra bitki değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen yapraklar yaş yakma yöntemiyle yakılarak ve elde edilen zeltelerin bitki besin elementleri (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Mn, Zn ve P) içerikleri MARGEM (MKU Merkez laboratuarı)'de bulunan ICP (Inductively Coupled Plasma, Varian Series II) ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Bitkilerin azot içerikleri ise Kjeldahl (Lees, 1971) yöntemiyle belirlenmiştir.

### **3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi**

Deneme tesadüf parseli deneme desenine göre kurulmuş ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi SAS programı (SAS, 2005) kullanılarak analiz edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde, ortalamalar Tukey Testine göre karşılaştırılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Zeytinyağı sanayi yan ürünü karasuyun farklı uygulamalarının toprağın fiziksel ve kimyasal içerikleri, zeytin fidanının gelişimi ve besin maddeleri içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla, 2012 ve 2013 yıllarında yürütülen bu araştırmanın bulguları aşağıda başlıklar altında verilmiştir. Toprakların besin maddesi içerikleri Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'deki sınır değerlere göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprakların fiziksel özelliklerinin yeterlilik sınır değerleri

Toplam Tuz %	pH	CaCO <sub>3</sub> %	Organik madde %
0 – 0.15 Tuz tehlikesi yok	4.5 – 5.0 Çok Kuv. Asit	2.5 – 5.0 Kireçli	0–1 Çok Düşük
0.15 – 0.35 Hafif tuz Tehlikesi	5.0 – 5.5 Kuv Asit	5.1 – 10.0 Yüksek	1–2 Düşük
0.35 – 0.65 Orta tuz Tehlikesi	5.5 – 6.0 Orta Asit	10-20 Çok Kireçli	2–3 Orta
>0.65 Kuv. Tuz Tehlikesi	6.0 – 6.5 Hafif Asit	>20 Aşırı	3–6 Yüksek
-	6.5 – 7.3 nötr	-	>6 Çok Yüksek
-	7.3 – 7.8 Hafif Alkali	-	-
-	7.8 – 8.4 Alkali	-	-
-	8.4 – 9.0 Kuv.Alkali	-	-
<i>Soil Survey Staff, 1951</i>	<i>Kellog, 1952</i>	<i>Evliya, 1960</i>	<i>Schlichting Blume,1960</i>

Çizelge 4.2. Toprakların makro element yeterlilik sınır değerleri

Durumu	N %	P ppm	K ppm	Na ppm	Ca ppm	Mg ppm
Çok Düşük	<0,045	<3	<100	<34	<720	<55
Düşük	0.045–0.09	3–7	100–200	34–68	720–1440	55-117
Orta	0.09–0.17	7–20	200–250	68–230	1440–2867	117-200
Yüksek	0.17–0.32	>20	250–320	230–460	2867–6120	200-400
Çok yük.	>0.32	-	>320	>460	>6120	>400
Sınır değerler	<i>Loue, 1968</i>	<i>Olsen ve Dean ark. 1965</i>	<i>Pizer, 1967</i>		<i>Loue, 1968</i>	



Çizelge 4.3. Toprakların mikro element yeterlilik sınır değerleri

Durumu/ Özellik	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
Noksan	<2.5	<0.5	<1	<0.2	<0.4
Kritik	2.5–5.0	0.5–1.0			0.5–0.9
Yeterli	5.0–10	>1.0	>1	>0.2	1.0–1.4
Yüksek	10–20				1.4–4.9
Çok Yüksek	>20				>5.0
<i>Sınır değerler</i>	<i>Lindsay ve Norvell, 1978</i>				<i>Wolf, 1971</i>

#### 4.1. Denemede Kullanılan Karasuyun Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan karasuyun kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Karasu, pH 7.2, fenolik madde 6.15 g/l, çözünmeyen katı madde 600 mg/L, toplam çözülmüş madde 5980 mg/L, N 866 mg/L, P 512 mg/L, K 2490 mg/L, Ca 615 mg/L, Mg 148 mg/L, Na 147 mg/L, Mn 46 mg/L, Zn 24 mg/L, Fe 32 mg/L ve Cu 60 mg/L değerlerine sahiptir. Çalışmamızda kullanılan karasuyun pH değeri 7.2 olup, Chartzoulakis ve ark. (2010)’nın (pH 4.8), Shereen ve ark. (2011)’nin (pH 5.8), Fırat (2007)’in (pH 6.4) ve Zipori ve ark., (2018)’nin (pH 4.42) çalışmalarında kullandıkları karasuyun pH değerlerinden yüksektir. Bunun nedeni olarak karasuyu almış olduğumuz işletmenin zeytinyağı işleme prosesinde kullanmış olduğu sudan kaynaklanabileceği söylenebilir. Diğer taraftan karasuyun Mart ayına kadar bekletilmesinin de böyle bir değişime neden olabileceği değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız karasuyun N içeriği 866 mg/L olup, Chartzoulakis ve ark., (2010)’nin (N 800 mg/L), ve Zipori ve ark., (2018)’nin (N 1103 mg/L) çalışmalarında kullandıkları karasuya benzer; Mechri ve ark. (2011)’nin (N 1340 mg/L) ve Magdich ve ark. (2016)’nin (N 1600 mg/L) çalışmalarında kullandıkları karasudan düşük ve Bayız ve Okur (2018)’un çalışmalarında kullandıkları karasudan (N 330 mg/L) yüksek N içermektedir. Çalışmada kullanılan karasuyun P içeriği 512 mg/L olup, Fırat (2007)’in (167 mg/kg), Chaari ve ark. (2015)’nin (190 mg/L) ve Zipori ve ark. (2018)’nin (291.6 mg/L) çalışmalarında kullandıkları karasudan yüksek; Mechri ve ark. (2011)’nin (720 mg/L), Magdich ve ark. (2016)’nin (600 mg/L) ve Bayız ve Okur (2018)’un (630 mg/L) çalışmalarında kullandıkları karasudan düşük P içermektedir.

Çalışmada kullanılan karasuda en fazla bulunan besin elementi 2490 mg/L ile K olmuştur. Benzer çalışmaları yapan araştırmacılar da karasuda K içeriğinin yüksek

olduğunu belirtmişler, karasudaki K içeriğini Shereen ve ark. (2011) 1200 mg/L, Chartzoulakis ve ark. (2010) 4500 mg/L, Chaari ve ark. (2015) 4300 mg/L, Magdich ve ark. (2016) 6 200 mg/L, Bayız ve Okur (2018) 3 520 mg/L ve Zipori ve ark., (2018) 5 308 mg/L olarak tesbit etmişlerdir.

Çalışmamızda kullandığımız karasuyun Ca içerikleri 615 mg/L olarak belirlenmiş olup, bu oran çalışmalarında Ca içeriğini inceleyen Chaari ve ark. (2015)'nın (380 mg/L) ve Zipori ve ark., (2018)'nin (293 mg/L) çalışmalarında kullandıkları karasuyun Ca içeriklerinden yüksektir. Shereen ve ark. (2011) (% 0.80=800 mg/L) ve Magdich ve ark. (2016) (780 mg/L) ise çalışmalarında daha yüksek Ca içeren karasu kullanmışlardır.

Çalışmamızda kullanılan karasuyun Mg içeriği 148 mg/L olarak tesbit edilmiştir. Benzer çalışmayı yapan araştırmacılar karasuyun Mg içeriğini Chaari ve ark. (2015) 320 mg/L, Magdich ve ark. (2016) 580 mg/L ve Zipori ve ark., (2018) 167.3 mg/L olduğunu tespit etmişlerdir.

Denemede kullanılan karasuyun Na içeriği 147 mg/L olarak tespit edilmiş olup, bu oran benzer çalışmaları yapan araştırmacıların karasudaki Na içeriklerinden düşük bulunmuştur. Nitekim karasudaki Na içeriğini Chartzoulakis ve ark. (2010) 500 mg/L, Shereen ve ark. (2011) 400 mg/L, Chaari ve ark. (2015) 1400 mg/L, Magdich ve ark. (2016) 1370 mg/L ve Zipori ve ark. (2018) 287.5 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada kullanılan karasuyun Mn içerikleri 46 mg/L olarak tesbit edilmiştir. Benzer çalışmayı yapan Shereen ve ark. (2011) 61 mg/L ve Zipori ve ark. (2018) 2.4 mg/L karasuyun Mn içerdiğini tespit etmişlerdir. Karasuyun Zn içerikleri 24 mg/L olarak belirlenmiş olup, karasuyun Zn içeriklerini Shereen ve ark., (2011) 59 ppm ve Zipori ve ark., (2018) ise 6.5 mg/L olarak belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan karasuyun Fe içeriği 32 mg/L olarak tesbit edilmiştir. Zipori ve ark. (2018) çalışmalarında kullandıkları karasuyun Fe içeriğinin 27.8 mg/L olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan karasuyun Cu içeriği 60 mg/L olarak belirlenmiş olup, Shereen ve ark. (2011) 25 mg/L, Zipori ve ark., (2018) ise 0.6 mg/L Cu içeren karasu ile çalışmalarını yürütmüşlerdir. Karasuyun kimyasal içeriğinde önceki çalışmalarda kullanılan karasu ile önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların nedeni olarak, Ben Sassi ve ark. (2006) ve Zipori ve ark. (2018)'nin belirttikleri gibi karasu özelliklerinin zeytinin çeşidine, olgunluk durumuna, yetiştiği bölgenin toprak ve iklim şartlarına, kültürel işlemlere, üretim prosesine göre önemli düzeyde farklılık göstermesine bağlanabilir.

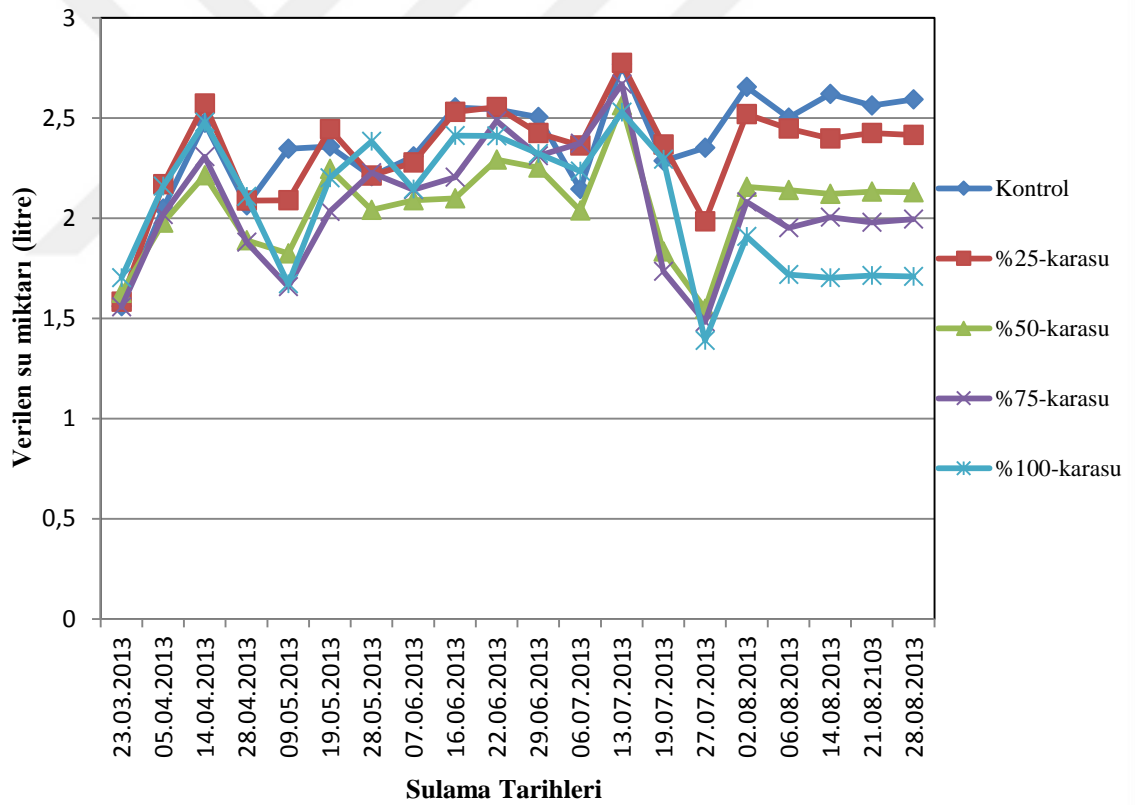
Çizelge 4.4. Denemede kullanılan karasuyun bazı kimyasal özellikleri

Parametreler	Değerler
pH	7.2
Fenolik Madde	6.15 g/L
Çözünmeyen Katı Madde	600 mg/L
Toplam Çözünmüş Madde	5980 mg/L
KOİ (kimyasal oksijen miktarı)	126 g/L
BOİ	60 g/L
İletkenlik	2111 µs/cm
N	866 mg/L
P	512 mg/L
K	2490 mg/L
Ca	615 mg/L
Mg	148 mg/L
Na	147 mg/L
Mn	46 mg/L
Zn	24 mg/L
Fe	32 mg/L
Cu	60 mg/L

#### 4.2. Sulama Dönemleri ve Verilen Sulama Miktarları

Denemeye alınan fidanlara Mart ayından itibaren karasuyun su ile seyreltilmiş farklı oranları uygulanmıştır. Bu uygulamalar normal sulama suyu, %25 karasu+%75 sulama suyu, %50 karasu+%50 sulama suyu, %75 karasu+%25 sulama suyu, %100 karasudur. Fidanlara verilecek su miktarı, her uygulama için 3 şahit bitki kullanılarak tarla kapasitesine göre belirlenmiştir. Bitkilerin ilk sulaması 23.03.2013 tarihinde yapılmış olup, tüm uygulamalara yaklaşık olarak 1.6 L dolayında sulama yapılmıştır. Deneme süresince toplam 20 sulama yapılmıştır. Denemenin ilk dönemlerinde uygulamalar arasında bitkinin su tüketimi benzerlik göstermektedir. Genellikle her sulamada 2.00-2.50 L arasında su tüketimi tesbit edilmiştir. Denemenin son dönemi

olan Ağustos ayında uygulamaların bitkinin su tüketimi üzerine etki yaptığı görülmüştür. Ağustos ayında yapılan 5 dönemdeki sulamada kontrol uygulamasında bitkiye 2.5 litrenin üzerinde su verilirken, %100 karasu uygulamasında bitkiye verilen miktar 1.7 L dolayında olmuştur. Özellikle son dönem olan Ağustos ayında bitkiye uygulanan karasu miktarının artması ile bitkinin su kullanım düzeyinde önemli azalmalar olmuştur. Deneme süresince yapılan 20 sulamada toplamda kontrol uygulamasında 47.44 L, %25 karasu+%75 sulama suyu uygulamasında 46.63 L, %50 karasu+%50 sulama suyu uygulamasında 41.20 litre, %75 karasu+%25 sulama suyu uygulamasında 41.09 L ve %100 karasu uygulamasında 41.19 litre sulama yapılmıştır. Karasu uygulamaları sulama sezonunda bitkinin su tüketiminin azalmasına neden olmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Gemlik zeytin fidanın su ve karasu tüketim miktarlarının dönemsel değişimi

#### 4.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

#### 4.3.1. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprak Bünyesi Üzerine Etkisi

Denemede saksılardan alınan toprak örneklerinde belirlenen bünye analiz değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Denemede saksılardan alınan toprak örneklerinden kontrol uygulamasında kum % 34.98, kil % 54.34, silt % 10.66; %25 Karasu +%75 sulama suyu uygulamasında kum %34.98, kil %55.01, silt %10.00; %50 Karasu + %50 sulama suyu uygulamasında kum %32.32, kil %57.68, silt %10.00; %75 Karasu + %25 sulama suyu uygulamasında kum %30.65, kil 59.34, silt %10.00; %100 Karasu uygulamasında ise kum %29.33, kil %59.30, silt %11.30 olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kumlu killi tınlı bir bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Karasu uygulamaları toprağın bünyesine istatistiksel olarak farklı etki yapmamıştır.

Çizelge 4.5. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların bünye değerleri üzerine etkisi

Uygulama	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)
Normal Sulama Suyu	34.98	54.34	10.66
%25 karasu + %75 sulama suyu	34.98	55.01	10.00
%50 karasu + %50 sulama suyu	32.32	57.68	10.00
%75 karasu + %25 sulama suyu	30.65	59.34	10.00
%100 karasu	29.33	59.30	11.30
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Ö.D.: Önemli Değil

#### 4.3.2. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın pH’sı Üzerine Etkisi

Denemede saksılardan alınan toprak örneklerinden belirlenen toprak reaksiyonu değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Toprak reaksiyonu 7.65–8.16 arasında değişkenlik göstermiştir. pH içeriği en düşük kontrol uygulamasında 7.65 iken, bütün karasu uygulamaları artışa neden olmuştur. En yüksek pH içerikleri %50 karasu + %50 sulama suyu (8.04), %75 karasu + %25 sulama suyu (8.16) ve %100 karasu (8.10) uygulamalarında olmuş ve bu uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Toprak örneklerine ait bildirilen sınır değerlerine göre uygulamalardan alınan toprak örneklerinin alkali grupta (7.8-8.4) olduğu belirlenmiştir. Çengel ve Okur (2000), karasuyun toprak pH’sını tın bünyeli topraklarda 0.42 birim, kil bünyeli topraklarda

0.05 birim düşürdüğü, kum bünyeli topraklarda ise 0.32 birim yükselttiğini tespit etmişlerdir. Levi ve ark. (1992), karasuyun toprağın pH değerinde önce düşüş daha sonra tekrar yükselmeye sebep olduğunu belirtmişlerdir. Fırat (2007) çalışmasında pH'sı 6.4 olan karasuyu pH'sı 7.92 olan toprağa, Chartzoulakis ve ark. (2010) çalışmalarında pH' sı 4.8 olan karasuyu pH'sı 6.8 olan toprağa, Shereen ve ark. (2011) çalışmalarında pH'sı 5.8 olan karasuyu pH'sı 7.00 olan toprağa uygulamışlar ve karasu uygulamalarının toprağın pH'sında istatistiksel olarak bir artışa sebep olmadığını belirtmişlerdir. Piotrowska ve ark. (2011), Uzun ve Seferoğlu (2017) ve Bayız ve Okur (2018) karasuyun toprağın pH'sını artırma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, karasu uygulamaları toprağın pH değerinde artışlara sebep olmuştur. Bunun nedeni olarak çalışmamızda kullandığımız karasuyun benzer çalışma yapan araştırmacıların kullandıkları karasuyun pH değerine göre oldukça yüksek olmasına bağlanabilir. Diğer taraftan karasuyun içerisinde bulunan tek değerlikli Na ve K gibi iyonların konsantrasyonunun yüksek olması değişim komplekslerinde bu iyonların nispi miktarlarının artmasına bağlı olarak toprakların SAR (Na adsorpsiyon oranı) ve ESP (Değişebilir sodyum yüzdesi) değerlerinin artması pH da artış eğilimine neden olabilir (Usta, 1995)

Çizelge 4.6 Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların pH değerleri üzerine etkisi

Uygulama	pH
Normal Sulama Suyu	7.65 b
%25 karasu + %75 sulama suyu	7.89 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	8.04 a
%75 karasu + %25 sulama suyu	8.16 a
%100 karasu	8.10 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0.36

#### 4.3.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Total Tuz İçeriği (%) Üzerine Etkisi

Denemede saksılardan alınan toprak örneklerinde belirlenen tuzluluk (%) değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan toprakların total tuz (%) içerikleri %0.035 -%0.118 arasında değişkenlik göstermiştir. Toprakların tuz açısından

tehlikesi olmayan (%0-0.15) grupta yer aldığı belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en düşük total tuz değeri kontrol uygulamasında (%0.035) olurken, en yüksek total tuz değeri %100 karasu uygulamasında (%0.118) görülmüştür. Uygulamalardaki karasu oranı arttıkça topraklardaki total tuz içeriğinde düzenli bir artış olduğu belirlenmiştir. Chartzoulakis ve ark. (2010), karasu uygulamasının toprak tuz içeriğine istatistiksel olarak etki yapmadığını belirtirken; Levi ve ark. (1992) ve Fırat (2007) mısır bitkisinde karasuyun artan dozlarının toprağın tuzluluk oranında önemli artışlara sebep olduğunu belirtmişlerdir. Benzer çalışmaları yapan Seferoglu ve ark. (2001), Sierra ve ark. (2007), Di Bene ve ark. (2013) ve Bayız ve Okur (2018) karasu uygulamalarının topraktaki tuz içeriğini kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde arttırdığını ve bu artışın karasuyun içeriğindeki tuzdan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte karasu uygulamasının tuz konsantrasyonuna katkısı kullanılan karasu miktarının bir fonksiyonu olarak artma eğilimi göstermektedir. Sonuç olarak literatürdeki farklılıklar kullanılan karasuyun bileşimindeki ve uygulanan miktarlarındaki değişkenliklerden ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular karasuyun sulamada uzun süreli ve yüksek dozlarda kullanımı bu bağlamda drenaj şartları iyi olmayan topraklarda mutlaka tuzluluk problemi oluşturacağını göstermektedir.

Çizelge 4.7 Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların total tuz içerikleri üzerine etkisi (%)

Uygulama	Total tuz (%)
Normal Sulama Suyu	0.035 d
%25 karasu + %75 sulama suyu	0.050 cd
%50 karasu + %50 sulama suyu	0.072 bc
%75 karasu + %25 sulama suyu	0.091 ab
%100 karasu	0.118 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0.030

#### 4.3.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Kireç İçeriği (%) Üzerine Etkisi

Karasu uygulamalarının saksılarda bulunan toprak örneklerinin kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriklerine etkisi Çizelge 4.8'de verilmiştir. Belirlenen kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içerikleri % 6.76–% 9.37 arasında değişkenlik göstermiştir. Karasu uygulamaları toprağın kireç

içeriğinde genellikle artışa sebep olmuş, ancak bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamaların yapıldığı toprak örnekleri, kireç içeriği bakımından yüksek (%5.1-10.0) sınıfta yer almaktadır. Burada ortaya çıkan değişikliklerin toprakların heterojenliğinden kaynaklanan örnekleme hataları olarak değerlendirilebilir. Zira karasuyun nispeten asit karakterli olması ve direkt olarak karbonat içermemesi nedeniyle artış olması beklenilmemektedir. Ancak toplamda sulama suyu içerisindeki alkali ve toprak alkalisi elementlerin organik maddesi ilave edildiği durumlarda toprak gözeneklerindeki CO<sub>2</sub> zenginleşmesi toprağın kuruma sürecinde bir miktar karbonat oluşumuna neden olabilir (Lindsay, 2001).

Çizelge 4.8. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların kireç içerikleri (%) üzerine etkisi

Uygulama	Kireç (%)
Normal Sulama Suyu	6.76
%25 karasu + %75 sulama suyu	8.45
%50 karasu + %50 sulama suyu	9.25
%75 karasu + %25 sulama suyu	9.37
%100 karasu	6.76
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.

Ö.D.: Önemli Değil

#### 4.3.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Organik Madde İçeriği (%) Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının toprağın organik madde içeriklerine etkisi Çizelge 4.9'da verilmiştir. Organik madde içerikleri % 3.08 - % 4.19 arasında değişkenlik göstermiştir. Karasu uygulamaları topraktaki organik madde içeriğine istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Organik madde içeriği en düşük kontrol uygulamasında % 3.08 iken, bütün karasu uygulamaları artışa neden olmuş ve en yüksek organik madde içeriği %75 karasu + %25 su uygulamasında (%4.19) görülmüştür. Toprak örneklerine ait bildirilen sınır değerlerine göre tamamının organik madde içeriği açısından zengin (%3-6) olduğu belirlenmiştir. Püskülcü ve ark. (1995), karasuyun çevre kirliliğine neden olan olumsuz özellikleri yanında yüksek organik madde içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Seferoğlu ve ark. (2001) karasuyun katı ve sıvı formunu değişik dozlarda bitki bulunmayan boş parsellere uygulamışlar,



araştırmacılar karasu dozlarının toprakta olumsuz herhangi bir değişikliğe neden olmadığını aksine toprakta organik madde içeriğini önemli düzeyde arttırdığını belirlemişlerdir. Chartzoulakis ve ark. (2010) ve Uzun ve Seferoğlu (2017) karasu uygulamasının toprağın organik madde içeriğinde istatistiksel olarak önemli olmasa da artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Benzer çalışmaları yapan Ben Rouina ve ark. (2006), karasu uygulaması ile organik madde içeriğinin %0.3'ten %1.3; Fırat (2007), kontrol uygulamasında %0.80 olan organik madde içeriğinin karasu uygulaması ile %1.22; Shereen ve ark. (2011) kontrol uygulamasında %1.45 olan organik madde içeriğinin 72 L/ağaç karasu uygulaması ile %3.75; Chaari ve ark. (2015), kontrol uygulamasında %0.068 olan organik madde içeriğinin 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %0.5 oranlarına çıkartıldığını belirtmişlerdir. Karasu uygulamaları toprağın organik madde içeriğini arttırması ile toprakta bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin iyileşmesine ve dolayısıyla bitki gelişimine önemli katkılar sağlayabileceği değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların organik madde içerikleri üzerine etkisi (%)

Uygulama	Organik madde (%)
Normal Sulama Suyu	3.08 b
%25 karasu + %75 sulama suyu	4.15 a
%50 karasu + %50 sulama suyu	4.10 a
%75 karasu + %25 sulama suyu	4.19 a
%100 karasu	4.13 a
LSD(0,05)	0.13

#### 4.3.6. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Azot İçeriği (%N) Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki toplam azot içeriklerine etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Toplam azot içerikleri % 0.154 – % 0.209 arasında değişiklik göstermiştir. Toplam azot içeriği en düşük kontrol uygulamasında % 0.154 iken, bütün karasu uygulamaları artışa neden olmuş, istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek azot içeriği %75 karasu+ %25 su uygulamasından (% 0.209) elde edilmiştir. Toprak örneklerine ait bildirilen sınır değerlerine göre tamamının azot içeriği bakımından zengin (%0.17-0.32) olduğu belirlenmiştir. Gallordo ve Perez (1990), İspanya'da sera şartlarında yaptıkları bir araştırmada 2 kg toprağa 331 mL ve 500

mL olacak şekilde yapılan karasu ilavesinin ileriki dönemlerde toprakta bitkiye yarayışlı azot miktarını arttırdığını belirlemişlerdir. Levi ve ark. (1992), karasuyun 3 farklı dozunun (80, 160 ve 320 m<sup>3</sup>/ha) etkisini mısır bitkisinde denemişler. Karasuyun toprağa verilmesinden 15, 53 ve 135 gün sonra toprak örnekleri alınmış ve yapılan ölçümlerde N miktarında artışlar belirlemişlerdir. Ben Rouina ve ark. (1999) karasu uygulamalarıyla birlikte toprakta N oranının önemli düzeyde arttığını belirtmişler. Seferoğlu ve ark. (2001) karasuyun katı ve sıvı formunu değişik dozlarda uygulamışlar, karasu dozlarının toprakta olumsuz herhangi bir değişikliğe neden olmadığını aksine N içeriğini önemli düzeyde arttırdığını belirlemişlerdir. Chartzoulakis ve ark. (2010) kontrol uygulamasında topraktaki N içeriği %0.79 iken, 420 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması yapılan topraktaki N içeriğinin %1.30'a yükseldiğini belirtmiştir. Chaari ve ark. (2015) kontrol uygulamasında topraktaki N içeriği 161 ppm iken, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile bu oranın 343 ppm değerine yükseldiğini belirtmiştir. Bayız ve Okur (2018) karasu uygulamaları ile toprakların toplam azot içeriklerinin kontrole oranla %2 ila %8 arasında arttığını belirtmişlerdir. Fırat (2007), Shereen ve ark. (2011), Uzun ve Seferoğlu (2017) ve Zipori ve ark. (2018) karasu uygulamalarının toprakların N içeriklerinde istatistiksel olarak önemli olmasa da artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, karasu uygulamalarının toprağın N içeriğinde artışa sebep olması benzer çalışmayı yapan araştırmacıların bulgularıyla önemli düzeyde paralellik taşımaktadır. Marsilio ve ark. (1990) karasu uygulamalarının, toprakta N bağlayan mikrofloranın artmasına ve dolayısıyla toprağın N içeriğinin artışına neden olduğunu belirtmişlerdir. Karasu ile toprağa ilave olan organik madde önemli miktarda N yi de içermektedir. Dolayısıyla eklenen karasuyun miktarının fonksiyonu olarak artan organik madde artışı ile toprakta toplam azot miktarının da artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.10. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların N içerikleri üzerine etkisi (%)

Uygulama	N (%)
Normal Sulama Suyu	0.154 b
%25 karasu + %75 sulama suyu	0.207 a
%50 karasu + %50 sulama suyu	0.205 a
%75 karasu + %25 sulama suyu	0.209 a
%100 karasu	0.206 a
LSD(0,05)	0.020

#### 4.3.7. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprakta Yararışlı Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı oranlardaki karasu uygulamalarının toprak örneklerindeki yararışlı fosfor içeriklerine etkisi Çizelge 4.11’de verilmiştir. Alınabilir fosfor içerikleri 30.70 – 82.00 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Karasu uygulamaları topraktaki alınabilir fosfor içeriğine istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Alınabilir fosfor içeriği en düşük kontrol uygulamasında 30.70 ppm iken, bütün karasu uygulamaları artışa neden olmuş ve en yüksek fosfor içerikleri %100 karasu uygulamasından (82.00 ppm) elde edilmiştir. Toprak örneklerine ait bildirilen sınır değerlerine göre alınabilir fosfor içeriği açısından tamamının zengin (> 20 ppm) olduğu belirlenmiştir. Chartzoulakis ve ark. (2010) ve Uzun ve Seferoğlu (2017) karasuyun toprağın P içeriğini istatistiksel olarak önemli olmasa da artırma eğiliminde olduğunu ifade etmişlerdir. Ben Rouina ve ark. (1999) Chemlali zeytin çeşidinde; Shereen ve ark. (2011) Manzanillo zeytin çeşidinde karasuyun farklı dozlarının toprağın P içeriğinde önemli oranda artışa sebep olduğunu belirtmişler. Piotrowska ve ark. (2011) 80 m<sup>3</sup> /ha düzeyinde verdikleri ham karasuyun, kontrole oranla toprakların alınabilir P miktarlarını yaklaşık 2 kat artırdığını bildirmişlerdir. Kokkora ve ark. (2015) karasuyu tek başına uyguladıklarında toprakta alınabilir fosfor içeriğinin %7 oranında arttığını, sadece fosforlu gübreler kullanıldığında topraktaki alınabilir fosforun büyüme mevsimi sonunda %41 oranında arttığını belirlemişlerdir. Chaari ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada karasu uygulaması ile üst toprak tabakasında toprak fosforunun 52.5 mg/kg’dan 50 m<sup>3</sup>/ha karasu dozunda 64.5 mg/kg’a, 100 m<sup>3</sup>/ha dozunda 69 mg/kg’a 200 m<sup>3</sup>/ha dozunda 77 mg/kg’a yükseldiğini saptamışlar. Zipori ve ark. (2018) karasuyun özellikle toprağın 0-30 cm derinliğindeki alınabilir P içeriğinde önemli artışlara sebep olduğunu, kontrol uygulamasında 5 ppm olan alınabilir P’un 150 m<sup>3</sup> /h karasu uygulamasında 35 ppm düzeyine ulaştığını saptamışlardır. Çalışmamızdan karasuyun toprağın P içeriğini arttırdığına yönelik elde edilen bulgular benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulgularıyla uyumluluk göstermektedir. Diğer taraftan toprağa ilave edilen organik asitler ve organik madde toprakta var olan ya da gübre ile toprağa eklenen fosforun bitkiye daha yararışlı formlarda kalmasına neden olmaktadır (Uygur ve Karabatak, 2009). Aynı çalışmada kullanılan prina kompostunun da topraktaki yararışlı

fosfor fraksiyonlarını da kısa süreli olarak etkilediği bildirilmiştir. Benzer şekilde düşük molekül ağırlıklı organik asitlerin topraklarda fosfor adsorpsiyonunu azalttığı (Moradi et al, 2012), toprağa ilave edilen organik asitlerin hem gübre hem de toprak fosforundan arpa bitkisinin yarayırlılığını arttırdığı bildirilmiştir (Oral ve Uygur, 2018).

Çizelge 4.11. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların P içerikleri üzerine etkisi (ppm)

Uygulama	P (ppm)
Normal Sulama Suyu	30.70 d
%25 karasu + %75 sulama suyu	46.53 c
%50 karasu + %50 sulama suyu	57.52 bc
%75 karasu + %25 sulama suyu	69.83 ab
%100 karasu	82.00 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	15.40

#### 4.3.8. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki potasyum içeriklerine etkisi Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi, potasyum içerikleri 283- 816 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Karasu uygulamaları toprağın potasyum içeriğine istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlara neden olmuştur. Kontrol uygulamasında 283 ppm olan potasyum içeriği karasu uygulamaları ile düzenli artış göstermiş ve en yüksek %100 karasu uygulamasında (816 ppm) belirlenmiştir. Toprak örnekleri için bildirilen sınır değerlerine göre, karasu uygulamalarının tamamının potasyum içeriği bakımından çok zengin (>320 ppm) olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde; Ben Rouina ve ark. (1999) karasuyun 5 farklı dozunun saksıdaki Chemlali çeşidinin yetiştirildiği toprağın K oranlarında önemli düzeyde artışa sebep olduğunu belirtmişler. Chartzoulakis ve ark. (2010) toprağın 0-25 cm derinliğinde kontrol uygulamasında 123.6 mg/kg olan K’un 420 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile 6 kat artarak 773.6 mg/kg’a; Shereen ve ark., (2011) Manzanillo zeytin ağaçlarında kontrol uygulamasında 9.45 mg/kg olan K içeriğinin, 72 litre/ağaç karasuyu uygulaması ile 55.14 mg/kg değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Chaari ve ark. (2015) 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasının toprağın K içeriğini kontrol uygulamasına göre 8 kat arttırarak 850 ppm’e yükselttiğini; Uzun ve Seferoğlu (2017) kontrol uygulamasında 175 mg/kg olan K içeriğinin 3 ton/da karasu uygulaması ile 289 mg/kg değerine ulaştığını; Bayız ve Okur (2018) karasu

uygulamasını ile toprağın K içeriğinin 533 mg/kg'dan 722 mg/kg'a yükseldiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda, içeriğinde yüksek oranda K bulunmasından kaynaklı karasu uygulamaları, benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulgularında da elde ettikleri gibi toprağın K içeriğinde önemli düzeyde artışlara sebep olmuştur. Bitkinin gelişmesi, büyümesi ve birçok bitkisel fonksiyon için temel bir element olan potasyumun toprakta artışı toprağın verimliliğini artırırken kimyasal gübre kullanımını azaltacaktır. Özellikle ürün yılında (var yılı) yüksek miktarda kaldırılan K'nın takviye edilmesi açısından belirli oranlarda karasu uygulamasının ürün miktar ve kalitesini arttırmada etkili olacağı değerlendirilebilir.

Çizelge 4.12. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların potasyum (K) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	K (ppm)
Normal Sulama Suyu	283 e
%25 karasu + %75 sulama suyu	482 cd
%50 karasu + %50 sulama suyu	538 c
%75 karasu + %25 sulama suyu	768 ab
%100 karasu	816 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	138.30

#### 4.3.9. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki kalsiyum içeriklerine etkisi Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi kalsiyum içerikleri 2430-3820 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Kontrol uygulamasında 3820 ppm olan kalsiyum içeriği karasu uygulamaları ile düzenli azalış göstermiş ve en düşük %100 karasu uygulamasında (2430 ppm) belirlenmiştir. Toprak örnekleri için bildirilen sınır değerlerine göre, kontrol uygulaması (3820 ppm) ve %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamalarının (3750 ppm) kalsiyum içeriği bakımından zengin (2867-6120 ppm); %50 karasu + %50 sulama suyu uygulaması (2835 ppm), %75 karasu + %25 sulama suyu (2600 ppm) ve %100 karasu (2430 ppm) uygulamalarının kalsiyum içerikleri bakımından orta düzeyde (1440-2867 ppm) olduğu belirlenmiştir. Shereen ve ark. (2011) kontrol uygulamasında topraktaki kalsiyum içeriğinin 11.53 ppm olduğunu ve 72 litre/ağaç karasu uygulaması ile toprağın kalsiyum içeriğinin 58.30 ppm değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Uzun ve Seferoğlu (2017) toprağın kalsiyum içeriğinin 2400

ppm dolayında olduğunu ve karasu uygulamalarının toprağın kalsiyum içeriğine istatistiksel olarak etki yapmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda karasu uygulamaları toprağın kalsiyum içeriğinde azalmalara neden olmuştur. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde; Fırat (2007) kontrol uygulamasında 3000 ppm olan kalsiyum içeriğinin karasu uygulamaları ile 2622 ppm değerine düştüğünü; Chaari ve ark. (2015) 0-20 cm toprak derinliğinde kontrol uygulamasında 5600 ppm dolayında olan kalsiyum içeriğinin 200 m<sup>3</sup>/hektar karasu uygulamasında 5040 ppm seviyelerine indiğini; Bayız ve Okur (2018) toprakların alınabilir Ca kapsamalarının kontrol uygulamasına göre (2390 ppm) karasu uygulanmış topraklarda (2058 ppm) azalış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.13. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Ca içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Ca (ppm)
Normal Sulama Suyu	3820 a
%25 karasu + %75 sulama suyu	3750 a
%50 karasu + %50 sulama suyu	2835 b
%75 karasu + %25 sulama suyu	2600 c
%100 karasu	2430 c
LSD <sub>(0,05)</sub>	196.36

#### 4.3.10. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Sodyum İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki sodyum içeriklerine etkisi Çizelge 4.14'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi sodyum içerikleri 169 – 214 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Karasu ile sulama uygulamaları genel olarak toprağın sodyum içeriğinde artışlara neden olmuştur. En düşük sodyum içerikleri kontrol uygulamasında (169.00 ppm ), en yüksek ise %75 karasu + %25 sulama suyu (213 ppm) ve %100 karasu uygulamalarında (214.00 ppm) belirlenmiştir. Toprak örnekleri için bildirilen sınır değerlerine göre, tüm uygulama topraklarının orta düzeyde (68-230 ppm) sodyum içerdikleri belirlenmiştir. Chartzoulakis ve ark. (2010) ve Uzun ve Seferoğlu (2017) karasu uygulamasının toprağın Na içeriğinde değişikliğe sebep olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmaya benzer şekilde, Fırat (2007) kontrol uygulamasında 293 ppm olan Na içeriğinin karasu uygulaması ile 457 ppm seviyelerine ulaştığını, Magdich ve ark. (2013) 3 yıl üst üste 200 m<sup>3</sup>/ha zeytin karasuyu uyguladıkları toprakta, 3. uygulamadan sonra kontrole oranla yaklaşık 3 kat daha fazla Na konsantrasyonu

belirlediklerini; Chaari ve ark. (2015) Na içeriğinin toprağın 0-20 cm derinliğinde yüksek olduğunu ve kontrol uygulamasında 60 ppm olan Na içeriğinin 200 m<sup>3</sup>/h karasu uygulaması ile 160 ppm seviyelerine yükseldiğini; Bayız ve Okur (2018) kontrol uygulamasında 17 ppm olan Na içeriğinin karasu uygulaması ile 29 ppm seviyelerine ulaştığını belirtmişlerdir. Karasuyun devamlı olarak uygulandığı topraklarda Na birikimi açısından bir sorun oluşabileceği ve yüksek orandaki Na'nın toksik etki oluşturabileceği görülmektedir. Diğer taraftan yüzey topraklarında Na konsantrasyonu oldukça değişkenlik göstermektedir. Bu bağlamda topraktaki sulama ve kuruma döngüsü Na içeriğini önemli ölçüde etkilemektedir. Topraklarda sulamaya müteakip yüzey toprağında bulunan hareketliliği yüksek Na'nın aşağıya doğru yıkandığı ve konsantrasyonu azalttığı; kuruma sürecinde ise aşağı tabakalardan bir miktar Na'nın yüzeye doğru taşındığı ve konsantrasyonu arttırdığı bilinmektedir. Kapalı sistemlerde yani yıkanmanın olmadığı saksılarda sulama ya da bu çalışmadaki gibi sulama suyuna oranla daha yüksek Na içeren atıklar kullanıldığında doğal olarak sistemdeki Na miktarı artış gösterecektir.

Çizelge 4.14. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Na içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Na (ppm)
Normal Sulama Suyu	169.00 c
%25 karasu + %75 sulama suyu	192.66 b
%50 karasu + %50 sulama suyu	199.66 ab
%75 karasu + %25 sulama suyu	213.00 a
%100 karasu	214.00 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	15.80

#### 4.3.11. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Magnezyum İçeriği Üzerine Etkisi

Karasu uygulamalarının yapıldığı saksılardan alınan toprak örneklerinde belirlenen Mg içerikleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Magnezyum içerikleri 50.06 – 79.00 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Toprak örnekleri için bildirilen sınır değerlerine göre karasu uygulaması yapılan toprakların düşük (55-117 ppm) düzeyde Mg içerdikleri belirlenmiştir. En yüksek Mg içeriği kontrol uygulamasında (79.00 ppm) belirlenmiş, karasu uygulamaları toprağın Mg içeriğinin azalmasına sebep olmuş ve en

düşük Mg içerikleri %100 karasu uygulamasında (50.06 ppm) elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak, Fırat (2007) topraktaki Mg içeriğinin 82.91-98.51 ppm arasında değiştiğini ve karasu uygulamalarının toprağın Mg içeriğinde istatistiksel olarak önemli olmasada artma eğiliminde olduğunu saptamıştır. Uzun ve Seferoğlu (2017) toprakların Mg içeriklerinin karasu uygulaması ile artma eğiliminde olduğunu, Shereen ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 4.32 mg/kg olan Mg içeriğinin karasu uygulamaları ile arttığını ve en yüksek 48 L/ağaç karasu uygulamasında (16.12 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Magnezyum klorofilin yapısında olup, fotosentezde rol oynaması nedeniyle önemli bir elementtir.

Çizelge 4.15. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Mg içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Mg (ppm)
Normal Sulama Suyu	79.00 a
%25 karasu + %75 sulama suyu	65.50 b
%50 karasu + %50 sulama suyu	68.33 b
%75 karasu + %25 sulama suyu	56.90 bc
%100 karasu	50.06 c
LSD <sub>(0,05)</sub>	9.70

#### 4.3.12. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Demir İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki demir içeriklerine etkisi Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi alınabilir demir içerikleri 3.76-5.29 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Uygulamalar, toprak örneklerinin demir içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmamakla birlikte genel olarak karasu uygulamaları demir içeriğinde azalmalara neden olmuştur. Toprak örnekleri için bildirilen sınır değerlerine göre, kontrol ve %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamaları yeterli (5.0-10 ppm); %50 karasu+ %50 sulama suyu, %75 karasu + %25 sulama suyu ve %100 karasu uygulamaları ise alınabilir demir içerikleri bakımından kritik sınır değerinde (2.5- 5 ppm) olduğu belirlenmiştir. Püskülcü ve ark. (1995) uygulanan karasu ile toprakların Fe içeriğini istatistiki açıdan önemsiz olarak belirlemişlerdir. Fırat (2007) karasu uygulamalarının toprağın Fe içeriğinde kontrol uygulamasına (2.27 ppm) göre, 30 g/kg uygulamasında (2.53 ppm) artış ve 20 g/kg uygulamasında (1.72 ppm) azalışlara sebep olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızdan elde



ettiğimiz bulgulara benzer şekilde, Shereen ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 20.15 mg/kg olan Fe içeriğinin karasu uygulamaları ile azaldığını ve en düşük 24 litre/ağaç karasu uygulamasında (14.22 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Topraklarda yayırlı Fe konsantrasyonu toprağın redoks potansiyeli ve bunu etkileyen faktörlerin kontrolündedir (Ören ve ark., 2018). Sürekli nemli koşullarda kalan topraklarda özellikle organik madde ilavesi de yapılmış ise toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilen Fe konsantrasyonlarında suyun miktarı ile doğru orantılı olarak Fe konsantrasyonunda artış olmaktadır. Bu değişim zamanın bir fonksiyonu olarak başlangıçta artmakta daha sonra ise bir miktar azalma eğilimi göstermektedir.

Çizelge 4.16. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Fe içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Fe (ppm)
Normal Sulama Suyu	5.39
%25 karasu + %75 sulama suyu	5.29
%50 karasu + %50 sulama suyu	4.69
%75 karasu + %25 sulama suyu	4.84
%100 karasu	3.76
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.

Ö.D.: Önemli Değil

#### 4.3.13. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Bakır İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki bakır içeriklerine etkisi Çizelge 4.17'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi alınabilir bakır içerikleri 0.66 – 0.79 ppm arasında değişkenlik göstermekle birlikte karasu uygulamaları istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Toprak örneklerinin bakır içerikleri bakımından yeterli düzeyde (>0.2 ppm) oldukları belirlenmiştir. Shereen ve ark. (2011) kontrol uygulamasındaki toprakların 0.55 ppm Cu içerdiğini, karasu uygulaması ile birlikte toprağın Cu içeriğinde azalma olduğunu ve 24 L/ağaç karasu uygulaması ile bu oranın 0.29 ppm değerine kadar düştüğünü saptamışlardır.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Fırat (2007) karasu uygulamalarının topraklardaki Cu içeriği üzerine etki yapmadığını, Bayız ve Okur (2018) topraklarda Cu içeriğinin 0.68-0.86 ppm arasında değiştiğini ve karasu uygulamalarının topraktaki Cu içeriğine istatistiksel olarak önemli etki yapmadığını

belirtmişlerdir. Genel olarak meydana gelebilecek artış ya da azalmalar ilave edilen karasuyun ilgili element konsantrasyonunun ve uygulanan miktarının bir fonksiyonu olarak değişim göstermektedir. Bunun yanında az miktarda yapılan ilavelerin genelde toprak bileşenleri ile olan reaksiyonla da düşünüldüğünde yararlı Cu üzerine etkisinin düşük olması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.17. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Cu içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Cu (ppm)
Normal Sulama Suyu	0.66
%25 karasu + %75 sulama suyu	0.79
%50 karasu + %50 sulama suyu	0.68
%75 karasu + %25 sulama suyu	0.67
%100 karasu	0.68
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.

Ö.D.: Önemli Değil

#### 4.3.14. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Mangane İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki mangane içeriklerine etkisi Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi toprakların mangane içerikleri 2.12 - 9.96 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Karasu uygulamaları toprağın mangane içeriğine istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlara neden olmuştur. Kontrol uygulamasında 2.12 ppm olan mangane içeriği karasu uygulamaları ile düzenli artış göstermiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almakla birlikte en yüksek %100 karasu uygulamasında (9.96 ppm) belirlenmiştir. Toprak örnekleri için bildirilen sınır değerlerine göre alınabilir mangane içerikleri bakımından uygulamaların tamamının yeterli (>1 ppm) olduğu belirlenmiştir (Lindsay ve Norwel, 1978). Çalışmamızda, karasu uygulamalarının toprağın Mn içeriğini artırması Fırat (2007)’in çalışmasında elde ettiği bulgularla benzerlik taşımaktadır. Bu artışta iki temel unsurun etkili olabileceği değerlendirilmektedir. Birincisi ilave edilen karasu ile birlikte önemli miktarda organik madde ilavesi olmuştur. Yani toprağa elektron verici organik madde ilavesiyle ve sürekli yapılan sulama uygulamalarıyla toprakta bulunan Mn minerallerinin indirgenmesi ve yararlılığının artması sözkonusudur (Usta, 1995; Ören ve ark., 2018). Diğer husus ise karasuyun içerdiği Mn miktarı ile ilgilidir.

Çizelge 4.18. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Mn içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Mn (ppm)
Normal Sulama Suyu	2.12 b
%25 karasu + %75 sulama suyu	7.07 a
%50 karasu + %50 sulama suyu	6.53 a
%75 karasu + %25 sulama suyu	6.74 a
%100 karasu	9.96 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	3.89

#### 4.3.15. Farklı Karasu Uygulamalarının Toprağın Çinko İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının topraklardaki çinko içeriklerine etkisi Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi toprakların çinko içerikleri 1.46 – 1.91 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Kontrol uygulamasında 1.46 ppm olan Zn içerikleri karasu uygulamaları ile artış göstermiş, istatistiksel olarak aynı grupta yer almakla birlikte en yüksek Zn içerikleri %25 karasu + %75 sulama suyu ve %50 karasu + %50 sulama suyu uygulamalarında (1.91 ppm) elde edilmiştir. Tüm uygulamalarda toprak örneklerinin alınabilir çinko içerikleri yeterli (>1 ppm) düzeydedir (Lidsay ve Norwel, 1978).

Çizelge 4.19. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yetiştirildiği toprakların Zn içerikleri (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	Zn (ppm)
Normal Sulama Suyu	1.46 b
%25 karasu + %75 sulama suyu	1.91 a
%50 karasu + %50 sulama suyu	1.91 a
%75 karasu + %25 sulama suyu	1.90 a
%100 karasu	1.80 ab
LSD <sub>(0,05)</sub>	0.38

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde Fırat (2007), karasu uygulamalarının toprakların Zn içeriklerinde artışa sebep olduğunu belirtirken, Bayız ve Okur (2018), topraktaki Zn içeriklerinin 1.7-2.2 ppm arasında değiştiğini ve karasu uygulamalarının toprakların Zn içeriğine etki yapmadığını saptamışlardır. Bu davranışta karasuyun içermiş olduğu Zn miktarının düşük olması temel nedendir. Diğer taraftan meydana gelen dalgalanmaların topraklardaki heterojenlikten kaynaklanan tesadüfi hatalar kapsamında değerlendirilmesi mümkündür.

#### 4.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitkisel Özellikler Üzerine Etkisi

Denemenin başlangıcında ve deneme sonunda bazı bitkisel özelliklere bakılmış, bitkilerin genel durumları gözlemlenmiştir. Deneme süresince, kullanılan karasu uygulamalarının olası fitotoksik etkisinden kaynaklı herhangi bir bitki kaybının olmadığı tesbit edilmiştir.

##### 4.4.1. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Gövde Çapı Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin gövde çapı üzerine etkisi Çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi denemenin başlangıcında aynı bakım koşullarında bulunan fidanların gövde çaplarında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Farklı karasu uygulamaları yapılan fidanların gövde çapları deneme sonunda ölçülmüştür. Farklı karasu uygulamalarının gövde çapları üzerinde artışa sebep olmakla birlikte istatistiksel olarak farklılık olmamıştır. Denem sonunda en düşük gövde çapı kontrol uygulamasında (12.97 mm), en yüksek ise %100 karasu uygulamasında (13.53 mm) elde edilmiştir. Farklı karasu uygulamaları fidanların gövde çap artışı üzerine istatistiksel olarak farklı etkiler göstermiş, genel olarak karasu uygulamaları gövde çap artışı üzerine olumlu etkiler yapmıştır. Gövde çap artışı en düşük kontrol uygulamasında (1.71 mm), en yüksek ise %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (2.18 mm) elde edilmiştir. Benzer çalışmayı yapan Zipori ve ark. (2018) istatistiksel olarak önemli olmasa da karasu uygulamalarının gövde kesit alanını arttırdığını saptamışlardır.

Çizelge 4.20. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin gövde çapı üzerine etkisi

Uygulama	Deneme başı gövde çapı (mm)	Deneme sonu gövde çapı (mm)	Gövde çapı artışı (mm)
Normal Sulama Suyu	11.26	12.97	1.71 c
%25 karasu + %75 sulama suyu	11.00	13.05	2.05 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	11.65	13.52	1.87 bc
%75 karasu + %25 sulama suyu	11.32	13.50	2.18 a
%100 karasu	11.63	13.53	1.90 bc
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	Ö.D.	0.25

Ö.D.: Önemli Değil

#### 4.4.2. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin bitki boyu üzerine etkisi Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi denemenin başlangıcında aynı bakım koşullarında bulunan fidanların bitki boylarında (80.00-83.67 cm) istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Farklı karasu uygulamaları yapılan fidanların bitki boyları deneme sonunda ölçülmüştür. Farklı karasu uygulamaları bitki boyları üzerinde istatistiksel olarak önemli artışlara sebep olmuştur. Deneme sonunda bitki boyları en düşük kontrol uygulamasında (89.96 cm), en yüksek ise %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (99.03 cm) saptanmıştır. Farklı karasu uygulamaları fidanların bitki boyu artışı üzerine istatistiksel olarak farklı etkiler yapmış, genel olarak karasu uygulamaları bitki boyu artışı üzerine olumlu etkiler göstermiştir. Bitki boyu artışı en düşük kontrol (9.96 cm) ve %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamasında (9.90 cm), en yüksek ise %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (15.36 cm) elde edilmiştir. Fırat (2007) karasuyun mısır bitkisinde bitki boyunun azalmasına sebep olduğunu belirtirken, zeytinde benzer çalışmayı yapan Zipori ve ark. (2018) karasuyun vejetatif gelişmeye negatif bir etki yapmadığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.21. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin bitki boyu üzerine etkisi

Uygulama	Deneme başı bitki boyu (cm)	Deneme sonu bitki boyu (cm)	Bitki boyu artışı (cm)
Normal Sulama Suyu	80.00	89.96 c	9.96 b
%25 karasu + %75 sulama suyu	81.27	91.17 bc	9.90 b
%50 karasu + %50 sulama suyu	82.40	94.69 abc	12.29 b
%75 karasu + %25 sulama suyu	83.67	99.03 a	15.36 a
%100 karasu	80.20	95.08 ab	14.88 ab
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	5.63	2.60

#### 4.4.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Sürgün Boyu Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin bitki sürgün boyu üzerine etkisi Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi denemenin başlangıcında fidanların sürgün boylarında (9.06-10.06 cm) istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Farklı karasu uygulamaları yapılan fidanların sürgün boyları

deneme sonunda ölçülmüştür. Farklı karasu uygulamaları sürgün boyları üzerinde istatistiksel olarak önemli artışlara sebep olmuştur. Deneme sonunda sürgün boyları en düşük kontrol uygulamasında (17.75 cm), en yüksek ise %100 karasu uygulamasında (24.54 cm) saptanmıştır. Farklı karasu uygulamaları fidanların sürgün boyu artışı üzerine istatistiksel olarak olumlu etkiler göstermiştir. Bitki sürgün boyu artışı en düşük kontrol (7.69 cm), en yüksek ise %100 karasu uygulamasında (15.48 cm) elde edilmiştir Şahin ve ark. (2009) karasuyun incirde sürgün boyunu arttırdığını belirtmiştir. Benzer çalışmaları yapan Marsilio ve ark. (1990), Briccoli ve ark. (1990), Ben Rouina ve ark. (1999) ve Al-Absi (2010), karasuyun farklı dozlarının zeytinlerde önemli sürgün boyu artışına sebep olduğunu beirtmişler. Shereen ve ark. (2011) Manzanillo zeytin çeşidinde kontrol uygulamasında 24.24 cm olan sürgün boyunun 72 L/ağaç karasu uygulaması ile 26.93 cm uzunluğuna ulaştığını saptamışlardır.

Çizelge 4.22. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin sürgün boyu üzerine etkisi

Uygulama	Deneme başı sürgün boyu (cm)	Deneme sonu sürgün boyu (cm)	Sürgün boyu artışı (cm)
Normal Sulama Suyu	10.06	17.75 c	7.69 c
%25 karasu + %75 sulama suyu	9.24	19.77 bc	10.53 bc
%50 karasu + %50 sulama suyu	9.26	20.14 bc	10.88 bc
%75 karasu + %25 sulama suyu	9.37	22.44 ab	13.07 ab
%100 karasu	9.06	24.54 a	15.48 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	3,60	3.20

#### 4.4.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Yaprak Alanı Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak alanı üzerine etkisi Çizelge 4.23'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak alanı üzerine istatistiksel olarak bir etkisi olmamıştır. Yaprak alanları %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında 3.33 cm<sup>2</sup>, %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamasında 4.06 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak alanı üzerine etkisi

Uygulama	Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )
Normal Sulama Suyu	3.81
%25 karasu + %75 sulama suyu	4.06
%50 karasu + %50 sulama suyu	3.37
%75 karasu + %25 sulama suyu	3.33
%100 karasu	3.43
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.

Ö.D.: Önemli Değil

Çalışmamızdan farklı şekilde, Al-Absi (2010) karasu uygulamalarının Nabali ve Manzanillo zeytin çeşitlerinde yaprak alanını arttırdığını belirtmiştir. Shereen ve ark. (2011) Manzanillo zeytin çeşidinde kontrol uygulamasında 3.65 cm<sup>2</sup> olan yaprak alanının 72 L/ağaç karasu uygulamasında artarak 3.75 cm<sup>2</sup> ye ulaştığını saptamışlardır. Yaprak alanında artış bitki beslenme koşullarının iyileşmesine bir işaret olduğu gibi yaprak alanının küçülmesi bitkide strese neden olan bir faktörün olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmada %25 den daha fazla oranda sulama suyuna karıştırılan uygulamalarda istatistiksel açıdan önemli olmasada ilave edilen karasu bileşenlerinin bitkide düşük seviyede stres oluşturduğu değerlendirilebilir.

#### 4.4.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Kök Ağırlığı Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin bitki kök ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.24'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamaları bitkinin saçak kök ağırlığına istatistiksel olarak önemli etki yaparken, kazık kök ağırlığına etki yapmamıştır. Saçak kök ağırlığı en yüksek %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamasında (61.48 g), en düşük ise %100 karasu uygulamasında (50.95 g) saptanmıştır. Farklı karasu uygulamaları bitkilerin kazık kök ağırlıklarına istatistiksel olarak farklı etki yapmamış, uygulamaların kazık kök ağırlıkları 15.19-17.91 g arasında değişim göstermiştir. Kontrol ve %25-75 karasu eklenmiş sulama suyu kök gelişimi açısından istatistiksel olarak farklı olmamakla beraber %25 karasu eklemesi en yüksek kök gelişimine neden olmuştur. %100 karasu uygulaması ise istatistiki açıdan kök

gelişimini olumsuz etkilemiştir. Bu da muhtemelen tuzluluk, bitki gelişimine olumsuz etkileyebilen toksik maddelerin etkisinin bir sonucu olabilir.

Çizelge 4.24. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin kök ağırlığı üzerine etkisi

Uygulama	Saçak kök (g)	Kazık kök (g)
Normal Sulama Suyu	57.80 ab	15.68
%25 karasu + %75 sulama suyu	61.48 a	15.56
%50 karasu + %50 sulama suyu	55.44 ab	17.91
%75 karasu + %25 sulama suyu	59.33 ab	15.19
%100 karasu	50.95 b	15.39
LSD(0,05)	9.90	Ö.D.

Ö.D. : Önemli Değil

#### 4.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Bitki Besin Maddeleri İçerikleri Üzerine Etkisi

##### 4.5.1. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Azot İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak azot (N) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.25’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki N içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Kontrol uygulamasında %1.70 olan N içerikleri %50 karasu + %50 sulama suyu uygulamasında en yüksek seviyeye (%1.88) ulaşmıştır. %100 karasu uygulaması yaprak N içeriği üzerine negatif etki yapmış ve en düşük N içeriği (%1.60) bu uygulamadan elde edilmiştir. Uygulamaların tamamında yaprakların N içeriklerinin kritik seviyelerinin (%1.5) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Chartzoulakis ve ark. (2010) Kalamata, Zipori ve ark. (2018) Leccino zeytin çeşitlerinde karasu uygulamalarının yapraklardaki N içeriklerine istatistiksel olarak etki yapmadığını belirtmişlerdir. %100 karasu uygulamasında bitki büyümesi gerilemiş olmasına ve sisteme karasu ile daha fazla azot eklenmiş olmasına rağmen yaprakların N içeriğinde bir azalma olmuştur. Bu durum kök gelişimindeki gerilemenin bir sonucu (Çizelge 4.24) olabileceğini göstermektedir.



Çizelge 4.25. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki N (%) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	N (%)
Normal Sulama Suyu	1.70 ab
%25 karasu + %75 sulama suyu	1.74 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	1.88 a
%75 karasu + %25 sulama suyu	1.75 ab
%100 karasu	1.60 b
LSD(0,05)	0.18

Benzer çalışmaları yapan Shereen ve ark. (2011) kontrol uygulamasında %1.653 olan N içeriğinin 24 L/ağaç karasu uygulamasında %1.820 değerine yükseldiğini, 72 L/ağaç karasu uygulamasında ise %1.367 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında %1.70 olan N içeriğinin 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %1.82 değerine yükseldiğini, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %1.57 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Magdich ve ark. (2016) kontrol uygulamasında %1.913 olan N içeriğinin 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %1.962 değerine yükseldiğini, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %1.874 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar Shereen ve ark. (2011), Mechri ve ark. (2011) ve Magdich ve ark. (2016)'nın bulgularıyla uyumluluk içerisindedir.

#### 4.5.2. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Fosfor İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak fosfor (P) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.26'da verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki P içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Kontrol uygulamasında %0.17 olan P içeriği; %50 karasu + %50 sulama suyu ve %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında %0.19, %100 karasu uygulamasında ise %0.16 seviyesinde olmuştur. Uygulamaların tamamında yaprakların P içeriklerinin kritik seviyenin (%0.10) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Chartzoulakis ve ark. (2010) Kalamata, Shereen ve ark. (2011) Manzanillo ve Zipori ve ark. (2018) Leccino zeytin çeşitlerinde karasu uygulamalarının yapraklardaki P içeriklerine istatistiksel olarak etki yapmadığını belirtmişlerdir. Mechri ve ark. (2011)

kontrol uygulamasında %0.170 olan yaprak P içeriğinin karasu uygulamaları ile azaldığını ve 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %0.125 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Magdich ve ark. (2016) P içeriklerinin kontrol uygulamasına (%0.084) göre 50 ve 100 m<sup>3</sup>/h karasu uygulamalarının yüksek (sırasıyla %0.085 ve %0.087) ve 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasının ise düşük (%0.080) olduğunu saptamışlardır. Bu durumun topraktaki yarayışlı P’de meydana gelen artışa rağmen yapraklardaki P konsantrasyonunun artmaması büyümeden kaynaklanan seyrelme etkisi ile ilişkili olabileceği değerlendirilmiştir. Diğer taraftan topraktaki fosforun çözünürlüğünün ve hareketliliğinin düşük olması bitkiye taşınan P miktarının hızlı bir şekilde artmasına engel olmaktadır. Son olarak potansiyel olarak yüksek yarayışlı fosfor optimum seviyelere yakın olduğu için daha fazla artış meydana gelmemiştir ve köklerde meydana gelen gerileme ile de (Çizelge 4.24) yüksek karasu uygulamalarında göreceli olarak yaprak P konsantrasyonu azalma eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4.26. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki P (%) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	P(%)
Normal Sulama Suyu	0.17
%25 karasu + %75 sulama suyu	0.18
%50 karasu + %50 sulama suyu	0.19
%75 karasu + %25 sulama suyu	0.19
%100 karasu	0.16
LSD <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.

Ö.D. : Önemli Değil

#### 4.5.3. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Potasyum İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak potasyum (K) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.27’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki K içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında %1.16 olan K içeriği artan miktarda karasu uygulamaları ile artmış ve en yüksek K içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu (%1.65) ve %100 karasu uygulamalarında (%1.64) elde edilmiştir. Uygulamaların tamamında yaprakların K içeriklerinin kritik seviyelerinin (%0.40) üzerinde olduğu

belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Chartzoulakis ve ark. (2010) Kalamata zeytin çeşitlerinde karasu uygulamalarının yapraklardaki K içeriğine istatistiksel olarak etki yapmadığını belirtmişlerdir. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında %0.90 olan yaprak K içeriğinin karasu uygulamaları ile azaldığını ve 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %0.70 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Shereen ve ark. (2011) Manzanillo zeytin çeşidinde kontrol uygulamasında %1.35 olan K içeriğinin, 72 L/bitki karasu uygulaması ile %1.70 seviyelerine yükseldiğini belirtmiştir. Magdich ve ark. (2016) kontrol uygulamasında %0.984 olan K içeriğinin 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %1.287 değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Zipori ve ark. (2018) kontrol uygulamasında %1.02 olan K içeriğinin 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %1.24 değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Karasu uygulamalarının topraktaki yarayışlı K konsantrasyonunu önemli derecede arttırdığı Çizelge 4.12’de görülmektedir. Dolayısı ile toprakta artan bitki tarafından alınabilir K yapraklarda biriken K miktarı üzerinde bir artışa neden olmuştur. %75 ve %100 karasu uygulamalarında ise kök gelişiminde meydana gelen gerilemeye rağmen (Çizelge 4.24) ulaşılan maksimum değerler potansiyel olarak mevcut koşullarda ulaşılabilecek en yüksek değere ulaşıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.27. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki K (%) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	K (%)
Normal Sulama Suyu	1.16 c
%25 karasu + %75 sulama suyu	1.45 b
%50 karasu + %50 sulama suyu	1.50 ab
%75 karasu + %25 sulama suyu	1.65 a
%100 karasu	1.64 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0.18

Karasu içerisinde K’un yüksek miktarda bulunması karasu uygulamalarında toprak ve yaprak K içeriklerinin artışına sebep olmaktadır. Soyergin (1993) meyvelerde yağ biyosentezi sırasında yapraklardan meyveye doğru K taşınmasının olduğunu ve yapraklarda K içeriğinin azaldığını belirtmektedir. Fernandez-Escobar ve ark. (1999) sulamanın olmadığı zeytin bahçelerinde K eksikliğinin yaygın bir problem olduğunu belirtmiş, Türkiye zeytinliklerinin %50’den fazlasında K eksikliğinin görüldüğünü ifade

etmişlerdir (Soyergin ve ark., 2002; Akıllıoğlu, 1995). Karasu toprağın ve bitkinin K ihtiyacının sürdürülebilir bir şekilde karşılanması açısından oldukça önemlidir.

#### 4.5.4. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Kalsiyum İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak kalsiyum (Ca) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki Ca içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında %1.35 olan Ca içerikleri karasu uygulamaları ile artmış ve en yüksek Ca içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu (%1.70) ve %100 karasu uygulamalarında (%1.65) elde edilmiştir. %50 ve üzerinde uygulanan karasu yaprakların Ca konsantrasyonunda belirgin bir şekilde artışa neden olmuştur. Bu artışın kök gelişiminin ve artan Ca yarıyışlılığının bir fonksiyonu olduğu değerlendirilmektedir. Uygulamaların tamamında yaprakların Ca içeriklerinin kritik seviyelerinin (%1.00) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Chartzoulakis ve ark. (2010) Kalamata zeytin çeşidinde karasu uygulamalarının yapraklardaki Ca içeriklerine artış yapmakla birlikte istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Shereen ve ark. (2011) Manzanillo zeytin çeşidinde kontrol uygulamasında %1.140 olan Ca içeriğinin karasu uygulamaları ile arttığını ve 72 L/bitki karasu uygulaması ile %2.150 seviyelerine yükseldiğini belirtmiştir. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında %0.88 olan yaprak Ca içeriğinin 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında %1.24 değerine yükseldiğini, 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasında ise %0.70 değerine düştüğünü belirtmişlerdir.

Çizelge 4.28. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Ca (%) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Ca (%)
Normal Sulama Suyu	1.35 c
%25 karasu + %75 sulama suyu	1.48 bc
%50 karasu + %50 sulama suyu	1.60 ab
%75 karasu + %25 sulama suyu	1.70 a
%100 karasu	1.65 a
LSD(0,05)	0.15

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde. Magdich ve ark. (2016) kontrol uygulamasında %1.831 olan Ca içeriğinin 100 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %1.884 seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir.

#### 4.5.5. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Sodyum İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak sodyum (Na) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki Na içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında %0.065 olan Na içerikleri karasu uygulamaları ile artmış ve en yüksek Na içeriği %100 karasu uygulamasında (%0.125) elde edilmiştir. Chartzoulakis ve ark. (2010) Kalamata zeytin çeşidinde karasu uygulamalarının yapraklardaki Na içeriklerinde (%0.09) değişime neden olmadığını belirtmişlerdir. Fırat (2007) mısır bitkisinde karasuyun yaprakların Na içeriklerini çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulara benzer şekilde arttırdığını saptamıştır. Toplu ve ark. (2009) 21 zeytin çeşidiyle yaptığı çalışmada çeşitlerin yapraklarındaki Na içeriklerinin 320-440 mg/kg arasında değiştiğini saptamışlar, Chartzoulakis ve ark. (2002), zeytinin yetiştirme ortamındaki Na konsantrasyonuna bağlı olarak Na emilim ve naklinin değişeceğini ve böylece yaprak Na içeriğinde farklılıkların olacağını bildirmişlerdir. Genelde toprakta ve bitkide Na elementinin hareketli olması karasu ilavesiyle artan Na'nın bitkiye taşınımını arttırmıştır. Bu artış çalışmanın kapalı bir sistem olması nedeniyle artan karasu uygulamasına paralel şekilde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Na (%) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Na (%)
Normal Sulama Suyu	0.065 d
%25 karasu + %75 sulama suyu	0.085 cd
%50 karasu + %50 sulama suyu	0.110 ab
%75 karasu + %25 sulama suyu	0.102 bc
%100 karasu	0.125 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0.02

#### 4.5.6. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Magnezyum İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yaprak magnezyum (Mg) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki Mg içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında %0.148 olan Mg içerikleri karasu uygulamaları ile genel olarak artmış ve en yüksek Mg içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (%0.175) elde edilmiştir. %100 karasu uygulaması ise yapraklardaki Mg içeriklerinin azalmasına (%0.155) sebep olmuştur. Uygulamaların tamamında yaprakların Mg içeriklerinin kritik seviyelerin (%0.10) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Benzer çalışmaları yapan Chartzoulakis ve ark. (2010) Kalamata zeytin çeşidinde kontrol uygulamasında % 0.13 Mg içeriğinin 420 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %0.18 değerine yükseldiğini belirtmiştir. Magdich ve ark. (2016) kontrol uygulamasında %0.154 olan Mg içeriğinin 100 m<sup>3</sup>/h karasu uygulaması ile %0.169 seviyesine ulaştığını, 200 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulaması ile %0.155 seviyesine gerilediğini saptamışlardır. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 19.12 mg/kg olan Mg içeriğinin karasu uygulama dozları arttıkça azaldığını ve en düşük Mg içeriğinin 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasından (7.81 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar Chartzoulakis ve ark. (2010) ve Magdich ve ark. (2016)'nın elde ettikleri sonuçlar ile önemli benzerlikler taşımaktadır.

Çizelge 4.30. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Mg (%) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Mg (%)
Normal Sulama Suyu	0.148 d
%25 karasu + %75 sulama suyu	0.165 b
%50 karasu + %50 sulama suyu	0.158 bc
%75 karasu + %25 sulama suyu	0.175 a
%100 karasu	0.155 cd
LSD <sub>(0,05)</sub>	0.009

#### 4.5.7. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Demir İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki demir (Fe) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.31’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki Fe içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında 120.00 ppm olan Fe içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Fe içerikleri %100 karasu uygulamasında (70.00 ppm) elde edilmiştir. Yaprakların Fe içeriklerinin %100 karasu uygulamasında kritik seviyede (70 ppm), diğer uygulamalarda ise kritik seviyenin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Benzer çalışmaları yapan Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 101.80 mg/kg olan Fe içeriğinin karasu uygulama dozları arttıkça azaldığını ve en düşük Fe içeriğinin 150 m<sup>3</sup>/h karasu uygulamasından (56.20 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar Mechri ve ark. (2011)’nin elde ettikleri sonuçlar ile tam bir uyum içerisindedir. Karasu dozlarının yapraklarda Fe içeriğinin azalmasına ve dolayısıyla fotosentez oranının düşmesine neden olabileceğinden uygun dozların kullanılması önem taşımaktadır. Topraklarda Fe nin çözünürlüğü ve bitkiye olan yararı pH ile yakından ilişkilidir. Karasu uygulamasındaki artışlar pH da artışına neden olduğu için toprakta alınabilen Fe miktarında bir azalma meydana gelmektedir (Kacar, 2012). Diğer taraftan Lindsay (1979) toprakta her bir birimlik pH artışına karşılık ferrik Fe nin çözünürlüğünün 1000 kat azalma gösterdiğini bildirmektedir.

Çizelge 4.31. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Fe (ppm) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Fe (ppm)
Normal Sulama Suyu	120.00 a
%25 karasu + %75 sulama suyu	105.05 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	96.00 ab
%75 karasu + %25 sulama suyu	85.50 bc
%100 karasu	70.00 c
LSD(0,05)	25.00

#### 4.5.8. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Bakır İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki bakır (Cu) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.32’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki Cu içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında 16.97 ppm olan Cu içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Cu içerikleri %100 karasu uygulamasında (12.81 ppm) elde edilmiştir. Uygulamaların tamamında yaprakların Cu içeriklerinin kritik seviyelerin (4.00 ppm) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Benzer çalışmaları yapan Shereen ve ark. (2011) Manzanillo çeşidinde kontrol uygulamasında 19.33 ppm olan Cu içeriğinin karasu uygulama dozları arttıkça azaldığını ve en düşük Cu içeriğinin 72 L/ağaç karasu uygulamasından (16.03 ppm) elde edildiğini belirtmişlerdir. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 41.40 mg/kg olan Cu içeriğinin karasu uygulama dozları arttıkça azaldığını ve en düşük Cu içeriğinin 150 m<sup>3</sup>/h karasu uygulamasından (26.47 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar Shereen ve ark. (2011) ve Mechri ve ark. (2011)’nin elde ettikleri sonuçlar ile tam bir uyum içerisindedir. Karasu uygulamasındaki artışlar pH da artışına neden olduğu için toprakta alınabilen Cu miktarında bir azalma meydana gelmektedir (Kacar, 2012). Diğer taraftan Lindsay (1979) toprakta her bir birimlik pH artışına karşılık Cu çözünürlüğünün 100 kat azalma gösterdiğini bildirmektedir.

Çizelge 4.32. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Cu (ppm) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Cu (ppm)
Normal Sulama Suyu	16.97 a
%25 karasu + %75 sulama suyu	14.91 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	15.64 ab
%75 karasu + %25 sulama suyu	13.58 b
%100 karasu	12.81 b
LSD <sub>(0,05)</sub>	3.10

#### 4.5.9. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Mangan İçerikleri Üzerine Etkisi

Karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki mangan (Mn) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.33’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi



karasu uygulamalarının yapraktaki Mn içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında 33.87 ppm olan Mn içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Mn içerikleri %100 karasu uygulamasında (22.29 ppm) elde edilmiştir. Uygulamaların tamamında yaprakların Mn içeriklerinin kritik seviyelerin (20.00 ppm) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Benzer çalışmaları yapan Shereen ve ark. (2011) Manzanillo çeşidinde kontrol uygulamasında 86.00 ppm olan Mn içeriğinin karasu uygulama dozlarının artışına paralel olarak arttığını ve en yüksek 72 litre/ağaç karasu uygulamasından (115.00 ppm) elde edildiğini belirtmişlerdir. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 33.90 mg/kg olan Mn içeriğinin karasu uygulama dozları arttıkça azaldığını ve en düşük Mn içeriğinin 150 m<sup>3</sup>/h karasu uygulamasından (6.40 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar Shereen ve ark. (2011)'nin bulgularından farklı, Mechri ve ark. (2011)'nin elde ettikleri sonuçlar ile tam bir uyum içerisindedir. Karasu uygulamasındaki artışlar pH da artışına neden olduğu için toprakta alınabilen Mn miktarında bir azalma meydana gelmektedir (Kacar, 2012). Diğer taraftan Lindsay (1979) toprakta her bir birimlik pH artışına karşılık Mn çözünürlüğünün oksidasyon basamağının bir fonksiyonu olarak 100-10000 katlık azalma gösterdiğini bildirmektedir. Bu durumun aksine karasu ile ilave olunan organik madde ve toprakların sürekli sulanması toprağın farklı derinliklerinde kısmi indirgenmeye neden olmakta bu da Mn yarıyışlılığını arttırmaktadır. Buna rağmen Mn konsantrasyonunda meydana gelen azalma kök gelişiminin %75 ve %100 uygulamalarında gerilemeye başlaması, Mn taşınımını sınırlayan çevresel faktörler (Marschner, 1995) ve fosfor gibi antagonistik etki yapan elementlerin etkisinin bir toplamı olarak (Kacar, 2012) bir azalma ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.33. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Mn (ppm) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Mn (ppm)
Normal Sulama Suyu	33.87 a
%25 karasu + %75 sulama suyu	32.19 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	26.19 bc
%75 karasu + %25 sulama suyu	28.55 abc
%100 karasu	22.29 c
LSD <sub>(0,05)</sub>	6.60

#### 4.5.10. Farklı Karasu Uygulamalarının Yaprak Çinko İçerikleri Üzerine Etkisi

Karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki çinko (Zn) içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.34’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebildiği gibi karasu uygulamalarının yapraktaki Zn içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında 24.09 ppm olan Zn içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Zn içerikleri %100 karasu uygulamasında (17.23 ppm) elde edilmiştir. Uygulamaların tamamında yaprakların Zn içeriklerinin kritik seviyelerin (10.00 ppm) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Fernandez-Escobar ve ark., 1999). Benzer çalışmaları yapan Shereen ve ark. (2011) Manzanillo çeşidinde kontrol uygulamasında 61.11 ppm olan Zn içeriğinin karasu uygulama dozlarının artışına paralel olarak arttığını ve en yüksek 72 L/ağaç karasu uygulamasından (65.04 ppm) elde edildiğini belirtmişlerdir. Mechri ve ark. (2011) kontrol uygulamasında 41.40 mg/kg olan Zn içeriğinin karasu uygulama dozları arttıkça azaldığını ve en düşük Zn içeriğinin 150 m<sup>3</sup>/ha karasu uygulamasından (26.50 mg/kg) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar Shereen ve ark. (2011)’nin bulgularından farklı; Mechri ve ark. (2011)’nin elde ettikleri sonuçlar ile tam bir uyum içerisindedir. Karasu uygulamasındaki artışlar pH da artışına neden olduğu için toprakta alınabilen Zn miktarında bir azalma meydana gelmektedir (Kacar, 2012). Diğer taraftan Lindsay (1979) toprakta her bir birimlik pH artışına karşılık Zn çözünürlüğünün 100 katlık azalma gösterdiğini bildirmektedir. Buna ilaveten yapraklarda P miktarının artış göstermesi nedeniyle Zn’ nin yapraklara olan taşınımının önemli ölçüde etkilenebileceği değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.34. Farklı karasu uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki Zn (ppm) içerikleri üzerine etkisi

Uygulama	Zn (ppm)
Normal Sulama Suyu	24.09 a
%25 karasu + %75 sulama suyu	20.34 ab
%50 karasu + %50 sulama suyu	20.13 b
%75 karasu + %25 sulama suyu	18.52 b
%100 karasu	17.23 b
LSD(0,05)	3.25

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya zeytin ve zeytinyağı üretiminin %97'sini karşılayan Akdeniz ülkelerinde zeytinyağı üretim prosesi sonucunda oluşan yan ürünlerin uygun, ekonomik ve verimli bir şekilde değerlendirilmemesi sektörün gelişimini önemli düzeyde etkilemektedir. Zeytinyağı endüstrisi atık suları (karasu) ve katı atıkları (pirina), İtalya, İspanya, Yunanistan'da olduğu gibi Ülkemizde de uzun yıllardan beri önemli kirlilik kaynağı olmuştur. Zeytinyağı üretimi sırasında oluşan pirina ve karasuyun çevreyi kirletmeden arıtımı ve bertarafı zeytinyağı üreticisi diğer ülkeler gibi Türkiye açısından da önemli bir çevre problemi oluşturmaktadır.

Bu tez çalışmasında, zeytinyağı sanayi yan ürünü karasuyun Gemlik zeytin fidanının gelişimi, toprak ve bitki besin maddeleri içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla karasuyun su ile seyreltilmiş farklı oranları (normal sulama suyu, %25 karasu + %75 sulama suyu, %50 karasu + %50 sulama suyu, %75 karasu + %25 sulama suyu ve %100 karasu) uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan karasu, pH 7.2, fenolik madde 6.15 g/L, çözünmeyen katı madde 600 mg/L, toplam çözünmüş madde 5980 mg/L, N 866 mg/L, P 512 mg/L, K 2490 mg/L, Ca 615 mg/L, Mg 148 mg/L, Na 147 mg/L, Mn 46 mg/L, Zn 24 mg/L, Fe 32 mg/L ve Cu 60 mg/L değerlerine sahiptir.

Deneme süresince yapılan 20 sulamada toplamda kontrol uygulamasında 47.44 L, %25 karasu+%75 sulama suyu uygulamasında 46.63 L, %50 karasu+%50 sulama suyu uygulamasında 41.20 L, %75 karasu+%25 sulama suyu uygulamasında 41.09 L ve %100 karasu uygulamasında 41.19 L sulama yapılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü toprak örneklerinin kumlu killi tınlı bir bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda, karasu uygulamaları toprağın pH değerinde, total tuz içeriğinde ve organik madde içeriğinde istatistiksel olarak önemli artışlar meydana getirmiştir. Karasu uygulamaları toprağın N, P, K, Na, Mn ve Zn içeriklerinin artışına; Ca ve Mg içeriklerinin azalmasına neden olmuştur. Karasu uygulamaları toprakların Fe ve Cu içeriklerinde istatistiksel olarak önemli değişikliğe neden olmamıştır.

Karasu uygulamaları gövde çap artışı üzerine olumlu etkiler yapmış, en yüksek %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (2.18 mm) belirlenmiştir. Karasu uygulamaları genel olarak bitki boyu artışı üzerine olumlu etkiler göstermiş en yüksek

bitki boyu artışı %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (15.36 cm) elde edilmiştir. Karasu uygulamaları fidanların sürgün boyu artışı üzerine istatistiksel olarak olumlu etkiler yapmış, sürgün boyu artışı en yüksek %100 karasu uygulamasında (15.48 cm) saptanmıştır. Karasu uygulamaları yaprak alanı ve kazık kök ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmemişlerdir.

Karasu uygulamaları yaprak N içeriği üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. %50 karasu + %50 sulama suyu uygulamasında en yüksek seviyeye (%1.88) ulaşmıştır. %100 karasu uygulaması yaprak N içeriği üzerine negatif etki yapmış ve en düşük N içeriği (%1.60) bu uygulamadan elde edilmiştir. Karasu uygulamalarının yapraktaki P içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Karasu uygulamaların yapraktaki K içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek K içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu (%1.65) ve %100 karasu uygulamalarında (%1.64) saptanmıştır. Karasu uygulamalarının yapraktaki Ca içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek Ca içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu (%1.70) ve %100 karasu uygulamalarında (%1.65) elde edilmiştir. Karasu uygulamaları ile yapraktaki Na içerikleri önemli düzeyde artmıştır. Karasu uygulamalarının yapraktaki Mg içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek Mg içerikleri %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamasında (%0.175) saptanmıştır. Karasu uygulamalarının yapraktaki Fe içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Fe içerikleri %100 karasu uygulamasında (70.00 ppm) elde edilmiştir. Karasu uygulamalarının yapraktaki Cu içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, Cu içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Cu içerikleri %100 karasu uygulamasında (12.81 ppm) belirlenmiştir. Karasu uygulamalarının yapraktaki Mn içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, Mn içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Mn içerikleri %100 karasu uygulamasında (22.29 ppm) elde edilmiştir. Karasu uygulamalarının yapraktaki Zn içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, Zn içerikleri karasu uygulamaları ile önemli oranda azalma göstermiş ve en düşük Zn içerikleri %100 karasu uygulamasında (17.23 ppm) elde edilmiştir.

Sonuçları değerlendirecek olursak; karasu uygulamaları toprağın pH değerinde, total tuz içeriğinde ve organik madde içeriğinde istatistiksel olarak önemli artışlar meydana getirmiştir. Karasu uygulamaları toprağın N, P, K, Na, Mn ve Zn içeriklerinin artışına; Ca ve Mg içeriklerinin azalmasına neden olmuştur. Karasu uygulamaları toprakların Fe ve Cu içeriklerinde istatistiksel olarak önemli değişikliğe neden olmamıştır. Karasu uygulamaları bitki gövde çap artışı, bitki boyu artışı ve fidanların sürgün boyu artışı üzerine istatistiksel olarak olumlu etkiler yapmış, yaprak alanı ve kazık kök ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmemiştir. Karasu uygulamaları yaprak N, K, Ca, Na ve Mg içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli artışlara sebep olmuş, en yüksek N içeriği %50 karasu + %50 sulama suyu uygulamasında (%1.88), K içeriği %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (%1.65), Ca içerikleri %75 karasu + %25 sulama suyu uygulamasında (%1.70), Mg içerikleri %25 karasu + %75 sulama suyu uygulamasında (%0.175) saptanmıştır. Karasu uygulamalarının yapraktaki P içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Karasu uygulamaları yaprak Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli azalmalara sebep olmuş, en düşük Fe içeriği %100 karasu uygulamasında (70.00 ppm), Cu içerikleri %100 karasu uygulamasında (12.81 ppm), Mn içerikleri %100 karasu uygulamasında (22.29 ppm), Zn içerikleri %100 karasu uygulamasında (17.23 ppm) elde edilmiştir.

Karasu, yüksek miktarda organik madde ve makrobesinler içermesi nedeniyle toprağın N, P, K, Mn ve Zn içerikleri ile yapraktaki N, K, Ca ve Mg içeriklerinin artışını sağlaması nedeniyle toprağın ve bitkinin verimliliğini yükseltebilme potansiyeline sahiptir. Karasuyun, uygun dozlarının kontrollü bir şekilde verilmesi bitkilerin gübre ihtiyaçlarının belli oranda ucuz maliyetli bir şekilde karşılanması ve gübre tasarrufu açısından önemlidir. Karasu, yenilenebilir bir kaynağı temsil etmesi ve sürdürülebilir tarım konseptiyle uyumlu olması nedeniyle üzerinde durulması gerekmektedir. Karasu, küresel ısınmanın bir sonucu olarak kısıtlı su kaynaklarının kullanılması noktasında kontrollü ve uygun dozlarının tarımsal sulama amaçlı kullanılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Acunaz, C., 1987. Zeytin ve zeytinyağı birliğine ait sıkma tesisleri artığı karasuyun arıtımı ve değerlendirilmesi (Sonuç Raporu), TARİŞ Ar-Ge 012.
- Akıllıoğlu, A., 1995. Aydın yöresi zeytinliklerinin beslenme durumu. **Türkiye II. Ulusal Bahçe Bit. Kong.**3-6 Ekim 1995, Cilt I:741-745,Adana.
- Al-Absi Kalid Mousa, 2010. Growth and biochemical of olives as influenced by irrigation with tread industrial of olive waste water. **Journal of Plant Nutrition**, 33:1-14.
- Anonim, 2016. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Erişim tarihi: 12.12.2018.
- Anonim, 2017. International Olive Oil Council. [www.internationaloliveoil.org](http://www.internationaloliveoil.org) Erişim tarihi: 12.12.2018
- Anonymous, 1954. **Diagnosis and Improvement of saline and alkaline soils**. USDA, No:60.
- Aviani, I., Raviv, M., Hadar, Y., Saadi, I., Dag, A., Ben-Gal, A., Yermiyahu, U., Zipori, I., Laor, Y., 2012. Effects of harvest date, irrigation level, cultivar type and fruit water content on olive mill wastewater generated by a laboratory scale 'Abencor' milling system. **Bioresource Technology** 107, 87–96.
- Bayız, O., Okur, N., 2018. Kumlu tın bünyeli bir toprağın C ve N-dinamiği üzerine ham ve arıtılmış zeytin karasuyunun etkileri. **Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 15 (1), 25-32.
- Ben Rouina, B., Taamallah, H., Ammar, E., 1999. Vegetation water used as fertilizer on young olive plants. **Acta Horticulture**, 474:353-355.
- Ben Rouina, B., Gargouri, K., Abichou, M., Taamallah, H., 2006. Mill wastewater as an ecological fertilizer for olive tree orchards. Second International Seminar: "Biotechnology and Quality of Olive Tree Products Around the Mediterranean Basin", Olivebioteq, Proceedings Vol II, (November 5th-10th), pp. 139-141, Mazara del Vallo, Marsala, Italy.
- Ben Sassi A., Boularbah A., Jaouad G., Walker, Boussaid A., 2006. A comparison of olive oil mill wastewaters from three different processes in Morocco. **Bioprocess Biochemistry**, 41, 74–78.
- Boskou, D., 1996. History and characteristics of the olive tree, Ed: D. Boskou Olive Oil Chemistry and Technology, AOCS Pres., 1996, 117s.
- Bouyoucos, G. J., 1962. Hydrometre metod improved for making particle size analysis of Soil. **Agronomy Journal**, 54:464-465.
- Briccoli-Bati, C., Lombardo, N., 1990. Effects of olive oil waste water irrigation on young olive plants. **Acta Horticulturae**, 286: 489-491.
- Boz, Ö., Doğan, M. N., Albay, F., 2003. Olive processing waste for weed control. **European Weed Research Society Weed Research** 43, 439-443.
- Canözer, Ö., 1991. Standart zeytin çeşitleri kataloğu. **T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Genel Yayın No:334, Seri:16, 107**
- Chaari, L., Elloumi, N., Mseddi, S., Gargouri, K., Bechir, B. R., Mechichi, T., Kallel, M., 2015. Changes in soil macronutrients after a long-term application of olive mill wastewater. **Journal of Agricultural Chemistry and Environment**, 4, 1-13.
- Chapman., H. D., Pratt, P. F., 1961. Methods of analysis for soils, plant and waters. **University of California, Div. Agr. Sci**, 1-6, Berkeley, California.

- Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M., Androulakis, I., 2002. Effects of NaCl salinity on growth, ion content and CO<sub>2</sub> assimilation rate of six olive cultivars. **Scientia Horticulturae** 96: 235–247.
- Chartzoulakis, K., Psarras, G., Moutsopoulou, M., Stefanoudaki, E., 2010. Application of olive mill wastewater to a Cretan olive orchard: Effects on soil properties, plant performance and the environment. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 138: 293–298.
- Çağlar, K. Ö., 1958. **Toprak Bilgisi**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:10, 286 s.
- Çengel, M., Okur, N., 2000. Zeytin sektöründe karasu sorunu ve karasuyun tarımsal alanlarda kullanım olanakları. **Uluslar Arası Altınoluk Zeytincilik Sempozyumu “Antandros” Kitabı**. S: 57-63.
- Di Bene, C., Pellegrino, E., Debolini, M., Silvestri, N., Bonari, E., 2013. Short-and long-term effects of olive mill wastewater land spreading on soil chemical and biological properties. **Soil Biology and Biochemistry** 56: 21-30.
- Evliya, H., 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Yayınları, 36. Ders Kitabı 17, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- FAO, 2016. [www.fao.org](http://www.fao.org). Erişim tarihi: 12.12.2018.
- Fernandez-Escobar, R., R. Moreno, M. Garcia-Creus, 1999. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. **Scientia Horticulturae** 82: 25–45.
- Fırat, J., 2007. Zeytinyağı fabrikası atığı olan karasuyun mısır bitkisinin y etıştırıciliğinde gübre olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Yayınlanmamış) Aydın, 84s.
- Galanakis C.M., 2017. Sustainable management of olive mill wastewater: Treatment or valorisation. <http://scitechconnect.elsevier.com/sustainable-management-olive-mill-wastewater>.
- Gallardo, F., Perez, J. D., 1990. Direct and residual effect of applied waste water from olive processing on nitrogen and phosphorus availability in the soil-plant system. **J. Environ. Sci. Health**, 25 (3),379-394.
- Greenberg, A., Clesceri, L., Eaton, A., 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Hermos, M., 1983. Use of olive by products as fertilizers. **Internatinal Course On Fertilization and Intensification of Olive Cultivation** s:65-88.
- Işıklı, T., 1986. Türkiye’de zeytin alt ürünlerinin üretimi ve değerlendirme durumu, sorunları ve çözüm yolları. **Uluslararası Zeytinyağı Teknolojisi ve Yan Ürünleri Değerlendirilmesi Semineri**. İzmir.
- Işıklı, T., 1992. Farklı teknoloji uygulanan zeytinyağı fabrikalarında elde edilen karasuyun analitik özelliklerinin tesbiti üzerine bir araştırma, **T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 56**, İzmir.
- İkizoğlu, E., Haskök, S., 2005. Zeytin karasuyunun fiziksel, kimyasal ve ileri oksidasyon yöntemleri ile artıtımı. **Su ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, 4:36-40.
- Jackson, M. L., 1962. Soil chemical analysis. **Prentice Hall**. Inc.New York USA,183 p.
- Kacar, B., 2009. **Toprak analizleri**. Nobel Yayın No: 1387, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

- Kacar, B., 2012. **Temel Bitki Besleme**. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. **Bitki Analizleri**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 891s.
- Kasırga, E., 1998. Zeytinyağı endüstri atıksularının anaerobik biyolojik stabilizasyon yöntemi ile arıtılması ve kinetik model geliştirilmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Kellog, W., 1952. Our garden Soil. The Macmillan Company, New York.
- Kokkora, M., Vyrlas, P., Papaioannou, C., Petrotos, K., Gkoutosidis, P., Leontopoulos, S., 2015. Agricultural use of microfiltered olive mill wastewater: Effects on maize production and soil properties. **Agriculture and Agricultural Science Procedia** 4: 416-424.
- Less, H., 1971. Laboratory handbook of methods of food analysis. **Leonard Hill Books**, London.
- Levi, R., Saviozzì, A., Riffaldi, R., Falzo, L., 1992. Land application of vegetable water: Effects on soil properties. **Olivae**, No:40: 20-25.
- Lindsay WL (1979) Chemical Equilibria in Soils. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Lindsay, W.L., 2001. Chemical Equilibria in Soils. The Blackburn Press, USA.
- Lindsay, W. L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test zinc, iron, manganese and copper. **Soil Science Society of American Journal**, 42(3):421-428.
- Lombardo, M. 1988. First observations on the effects of treatments with waste water on agricultural land, Italy (Abs in Cab Abstracts 1990-1991 of 50).
- Loue, A., 1968. Diagnostic Petiolière De Prospection. Etud Sur La Nutrition et La Fertilisation Potassiques De La vigne. Societe Commerciale Des Potasses d'Alsace services Agronomiques 31-41.
- Magdich, S., Ahmed, C.B., Jarboui, R., Rouina, B.B., Boukhris, M., Ammar, E. 2013. Dose and frequency dependent effects of olive mill wastewater treatment on the chemical and microbial properties of soil. **Chemosphere** 93(9):1896-1903.
- Magdich, S., Abid, W., Boukhris, M., Rouina, B.B., Ammar, E., 2016. Effects of long-term olive mill wastewater spreading on the physiological and biochemical responses of adult Chemlali olive trees (*Olea europaea* L.). **Ecological Engineering** 97 :122–129.
- Marcchiner, H., 1995 Mineral nutrition of higher plants. 2nd edn. Academic Press, London.
- Marsilio, V., Giovacchino, L. D., Lombardo, N., Briccoli, C., Solinas, M., 1990. First observations on the disposal effects of olive oil mills vegetation waters on cultivated soil. **Acta Horticulture**, 286: 493-496.
- Mechri, B., Cheheb, H., Boussadia, O., Attia, F., Ben Mariem, F., Braham, M., Hammami, M., 2011. Effects of agronomic application of olive mill wastewater in a field of olive trees on carbohydrate profiles, chlorophyll a fluorescence and mineral nutrient content. **Environmental and Experimental Botany**, 71, 184-191.
- Moradi, N., Sadaghiani, M.H.R., Sepehr, E., Mandoulakani, B.A., 2012. Effects of low-molecularweight organic acids on phosphorus sorption characteristics in some calcareous soils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36, 459-468.
- Moraetis, D., Stamati, F.E., Nikolaidis, N.P., Kalogerakis, N., 2011. Olive mill wastewater irrigation of maize: Impacts on Soil and Groundwater. **Agricultural Water Management**, 98(7): 1125-1132.
- Nergiz, C., 2000. Zeytinyağı teknolojisi oluşturan sistemlerin fenolik bileşikler



- yönünden karşılaştırılması, **Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu**. Bursa, Bildiriler Kitabı, 227-235.
- Oktav, E., Özer, A., 2002. Zeytinyağı Endüstrisi Atıksularının Özellikleri ve Arıtım Alternatifleri. **I. Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Çalıştayı**, Edremit, Türkiye, 51-65s.
- Olsen, S.R., L.A. Dean, 1965. Phosphorus (Ed. C. A. Black) Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin U.S.A.
- Olsen, S. R., Sommers, L. E., 1982. Phosphorus in Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties 403 - 430 p. Agronomy Monograph No:9, 2. Edition.
- Oral, A., Uygur, V., 2018. Effects of low-molecular-mass organic acids on P nutrition and some plant properties of *Hordeum vulgare*. Journal of Plant Nutrition, 41:11, 1482-1490.
- Oruç, N., 2011. Zeytinyağı fabrikası atığı karasu ekolojik sorun değil-ekolojik gübre olabilir. **Ulusal Zeytin Kongresi**, Akhisar, 22-25, Şubat, 87-98.
- Ören, S., Uygur, V., Sukuşu, E., 2018. Farklı özelliklerdeki topraklarda redoks potansiyelindeki değişimlerin Fe ve Mn yarayırlılığine etkisi. **Mediterranean Agricultural Sciences**, 31(3): 301-309.
- Parades, C., Cegarra, J., Bernal, MP., Roig, A., 2005. Influence of olive mill wastewater in composting and impact of the compost on a swiss chard crop and soil properties. **Environment International** 31: 305-12.
- Piotrowska, A., Iamarino, G., Rao, M.A., Gianfreda, L., 2006. Short-term effects of olive mill waste water (OMW) on chemical and biological properties of semiarid Mediterranean soil. **Soil Biology and Biochemistry**, 38: 600-610
- Piotrowska, A., Rao, M.A., Scotti, R. and Gianfreda, L., 2011. Changes in soil chemical and biochemical properties following amendment with crude and dephenolized olive mill waste water (OMW). **Geoderma**, 16, 8-17.
- Pizer, NH., 1967. Some Advisory Aspects Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bult. N. 14-184.
- Püskülcü, G., Dikmelik, Ü., Akıllıoğlu, A., 1995. Karasudan elde edilen tortunun zeytinde gübre olarak kullanılması üzerinde bir araştırma. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Proje kod no:14-2-06-3, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Saadi, I., Laor, Y., Raviv, M., Medina, S., 2007. Land spreading of olive mill wastewater: **Effects on Soil Microbial Activity And Potential Phytotoxicity**, **Chemosphere** Volume 66, Issue 1, Pages 75-83
- SAS Institute, 2005. SAS Online Doc, Version 8. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- Seferoğlu, S., 1997. Zeytin alt ürünlerinin (karasu) değerlendirilmesi ve doğal çevre. Aydın'da pamuk-zeytin ve doğal çevre sempozyumu sunum notları (Basılmamış), Aydın.
- Seferoğlu, S., G. Aydın, Aydın M., 2001. Zeytinyağı fabrikalarının atığı olan karasuyun toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. ADÜ. Araştırma Fon Saymanlığı Projesi No:ZRF-99008 Sonuç Raporu, Aydın.
- Seferoğlu, S., Seferoğlu, H.G., Kaptan, M.A., 2008. Zeytinyağı fabrikası atığı karasuyun (sıvı) gübre olarak mandarinlere uygulanmasının besin maddesi içeriğine ve meyve kalitesi üzerine etkisi. **4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi** 8-10 Ekim, Konya, 834-842.

- Shereen, A. S., El Taweel, A. A., Al-Khateeb, A., 2011. Effect of using olive vegetation water (OVW) on growth, flowering and yield of Manzanillo olive trees. **Journal of American Science**, 7(9): 501-510.
- Schlichting, E., Blume, HP., 1960. *Bodenkundliches Praktikum*. ASA Inc. Pub. Madison.
- Sierra, J., Marti, E., Garau, M. and Cruanas, A. (2007) Effects of the agronomic use of olive oil mill wastewater: Field experiment. **Science of the Total Environment**, 378: 90-94.
- Soyergin, S., 1993. Bursa yöresi Gemlik çeşidi zeytinlerinin bazı besin elementleri içeriği ve bu elementlerin mevsimsel değişimleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Bursa ( Doktora Tezi).
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Manuel*. Washington D.C. 339–363.
- Soyergin, S., I. Moltay, Ç. Genç, A.E. Fidan, A.R. Sütçü, 2002. Nutrient status of olives grown in the Marmara region. **Acta Hort**. 586:375-379.
- Şahin, B., Çobanoğlu, F., Ertan, B., Konak, R., Tutmuş, E., Belge, A., Çokuysal, B., 2009, Zeytin karasu tortusunun organik kuru incir yetiştirilicliğinde ağaç gelişimi, verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. **1. GAP Organik Tarım Kongresi**, 17-19, Kasım, 2009, Şanlıurfa.
- Toplu, C., Uygur, V., Yıldız, E., 2009 Leaf mineral composition of olive varieties and their relation to yield and adaptation ability, **Journal of Plant Nutrition**, 32 (9): 1560-1573.
- Tsagaraki, E., Lazarides, N., Petrotos, K.B., 2007. Olive mill wastewater treatment. In: Oreopoulou V, Russ W (Eds.), *Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry*, LLC, NY, USA, Springer Science, Business Media, 132-157.
- Ursinos, F.R., 1981. Diferentes utilization des margines recherches encours, resultats obtenus et applications. **Seminaire Internatiol Sur la Valorisation des Sousoduits des Sousproduits de Lolivier**. P: 93–110.
- Ursinos, F. R., 1986. **International seminar on olive oil technology** S.6-7. İzmir.
- Ursinos J. A., Fiestas, R. D., 1984. Valorization of olive By-products: **Vegetation of olive by-products valorization technical committe meeting Madrid**, Nov-83 FAO. Madrid.
- Usta, S., 1995. **Toprak Kimyası**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1387, Ankara.
- Uygur, V., Karabatak, I., 2009. The Effect of organic amendments on mineral phosphate fractions in calcareous soils. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, 172(3), 336-345.
- Uzun, N., Seferoğlu, S., 2017. Zeytin karasu keki uygulamasının toprağın bazı özelliklerine etkisi. **ADÜ. Ziraat Dergisi**, 14(2):33-38.
- Wolf, B., 1971. The determination of born in soil . Extractes plant materials, composts, manures, waters and nutrient solutions. **Soil Science and Plant Analyses**, 2(5): 363-374.
- Zipori, I., Dag, A., Laor, Y., Levy, G. J., Eizenbergd, H., Yermiyahu, U., Medina, S., Saadi, I., Krasnovski, A., Ravive, M., 2018. Potential nutritional value of olive-mill wastewater applied to irrigated olive (*Olea europaea* L.) orchard in a semi-arid environment over 5 years. **Scientia Horticulturae**, 241: 218–224.

## ÖZGEÇMİŞ

Yazar 05.06.1986 yılında Adana'da doğdu. İlk ve orta öğrenimi Adana'da tamamladı. 2007 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Mühendisliği programını kazandı. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Mühendisliği programına yatay geçiş yaptı. 2010 yılında Bahçe Bitkileri alt programını seçerek 2011 yılında mezun oldu. 2011 yılı Eylül ayında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimime başladı. Halen bölümde yüksek lisans öğrencisi olarak öğrenimime devam etmektedir.

