

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
2016-DR-006

FARKLI KARASU VE AZOT DOZLARININ
PAMUK BİTKİSİNDE (*Gossypium hirsutum* L.)
VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Nazan UZUN

Tez Danışmanı:
Yrd. Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU

AYDIN

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Nazan UZUN tarafından hazırlanan “Farklı Karasu ve Azot Dozlarının Pamuk Bitkisinde (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi” başlıklı tez, 17.06.2016 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan:	Prof. Dr. Mehmet AYDIN	ADÜ	
Üye:	Prof. Dr. Özhan BOZ	ADÜ	
Üye:	Prof. Dr. Eşref İRGET	EÜ	
Üye:	Prof. Dr. Ömer Lütfi ELMACI	EÜ	
Üye:	Yrd. Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU	ADÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY
Enstitü Müdürü

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../2016

Nazan UZUN

ÖZET

FARKLI KARASU VE AZOT DOZLARININ PAMUK BİTKİSİNDE (*Gossypium hirsutum* L.) VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Nazan UZUN

Doktora Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Dç. Dr. Saime SEFEROĞLU

2016, 143 sayfa

Karasu zeytinden yağ elde edilmesi sürecinde ortaya çıkan kompleks bir atık su olarak tanımlanmıştır. Toksik seviyelerde fenollerini içermesine karşın yüksek organik madde ve önemli miktarda bitki besin elementlerini de içermektedir. Bu çalışmada, lagünlerden çamur halinde getirilen karasu kurutulup inceltirilerek, kek haline getirilmiş ve kumlu tınlı topraklara sahip deneme alanına, uygulanmıştır. Kek haline getirilmiş karasuyun farklı dozları (0-1,5-3 t da⁻¹) mineral azotlu gübrenin farklı dozları (0-5-10-15 kg da⁻¹) ile uygulanarak, pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) verim ve verim unsurlarına, lif kalite özelliklerine, bazı bitki besin elementleri ile toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada karasuyun verimi etkilediği gözlenmiştir ve birinci yıl en yüksek verim 1,5 t da⁻¹ dozunda kontrole göre % 12,9 oranında artışla, ikinci yıl ise 3 t da⁻¹ dozunda % 3,7 oranında bir artışla sonuçlanmış fakat bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Azotlu gübre ve karasu × azot interaksyonu önemli bulunmuştur. Gözlenen kalite parametreleri açısından ise net bir sonuç belirlenmemiştir. Sonuç olarak bu çalışma ile pamuk ekim döneminden yaklaşık bir ay önce kek formunda verilen karasuyun hiçbir yan etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca başta azot, fosfor ve potasyum olmak üzere mineral gübre kaynağı olarak kullanılabilmesi konusunda temel bilgiler oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Karasu, Pamuk, Azot, Verim, Kalite

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT OLIVE OIL MILL WASTE WATER AND NITROGEN DOSES ON COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) YIELD AND QUALITY

Nazan UZUN

Ph. D Thesis, Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assist. Prof. Dr Saime SEFEROĞLU

2016, 143 pages

Olive oil mills wastewater is described as complex waste water that occurs during the process of obtaining oil from olive. Although it contains phenols at toxic levels, it also contains significant amounts of organic material and plant nutrients. In this study, olive oil mills wastewater obtained from lagoons in the form of mud was dried into cake, followed by dilution and application to a test field containing sandy loam soils. Different doses of olive oil mills wastewater in cake form (0, 1.5, 3 t da⁻¹), in combination with different doses of mineral nitrogen fertilizer (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹), were tested for their effects on the cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.). Yield and yield components of cotton, fiber quality characteristics, selected nutrient components, and specific physical and chemical soil properties were investigated. It was observed that the olive oil mills wastewater cake at a dose of 1.5 t da⁻¹ gave the highest yield in the first year, with a 12.9% increase compared with that in the control group. In the second year, a 3.7 % increase in yield at a dose of 3 t da⁻¹ was observed, although it was not statistically significant. Nitrogen fertilizer in combination with olive oil mills wastewater cake significantly affected yield. However, no clear result in terms of quality parameters was observed. Thus, it was determined that olive oil mills wastewater administered in the form of cake approximately a month before the cotton-sowing period does not have any side effects. In addition, some basic information was obtained regarding its use as a mineral fertilizer, comprising mainly nitrogen, phosphorus, and potassium.

Key Words: Olive Oil Mills Wastewater, Cotton, Nitrogen, Yield, Quality

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU'na en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Doktora Tez İzleme Komitemde yer alan ve her aşamasında desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet AYDIN'a; Sayın Prof. Dr. Eşref İRGET'e değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamın başından sonuna kadar tüm kapılarını açan ve desteklerini esirgemeyen Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Saadettin ÖZTÜRK'e ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında yardımcı olan Sayın Akın AYVAZ'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Arş. Gör. Seçil KÜÇÜK'e, Araştırma Görevlisi Mustafa Ali KAPTAN'a ve Bölüm Laboratuvar Teknisyeni Ersin KARADEMİR'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmanın her aşamasında desteklerini yanımda hissettiğim annem Hatice UZUN ve babam Mustafa UZUN'a sonsuz teşekkür ederim.

Nazan UZUN

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
EKLER DİZİNİ.....	xxv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
2.1. Karasu İle İlgili Çalışmalar	11
2.2. Karasuyun Toprak Özelliklerine Etkisi İle İlgili Çalışmalar.....	13
2.3. Pamukta Azotlu Gübreleme İle İlgili Yapılan Çalışmalar	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı	23
3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri	23
3.1.3 Araştırma Alanının Toprak Özellikleri	25
3.1.4 Karasu ve Özellikleri.....	26
3.1.5 Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali ve Özellikleri	28
3.1.6. Araştırmanın Kimyasal Gübre Materyali	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Araştırma Konusu ve Tarla Deneme Tekniği.....	28
3.2.2. Karasuyun Uygulanması	29

3.2.3. Ekim Öncesi Toprak Hazırlığı ve Ekim	32
3.2.4. Bakım İşlemleri	32
3.2.5. Hasat.....	33
3.2.6. İncelenen Bitkisel Özelliklere Ait Gözlem, Ölçüm, Tartım ve Analiz Yöntemleri.....	33
3.2.6.1. Kütlü verimi (kg da^{-1}).....	33
3.2.6.2. Erkencilik oranı (%).....	33
3.2.6.3. Koza sayısı (adet bitki^{-1}).....	33
3.2.6.4. Kör koza sayısı (adet bitki^{-1})	34
3.2.6.5. Bitki boyu (cm)	34
3.2.6.6. Meyve dalı sayısı (adet bitki^{-1})	34
3.2.6.7. Odun dalı sayısı (adet bitki^{-1})	34
3.2.6.8. Tek koza kütlü ağırlığı.....	34
3.2.6.9. 100 Tohum ağırlığı (g)	34
3.2.6.10. Çırcır randımanı (%).....	34
3.2.6.11. Lif kalite analizleri	35
3.2.6.12. Bitki örneklerinin kimyasal analizleri	35
3.2.7. Toprak Analiz Yöntemleri.....	35
3.2.7.1. Toprak tekstürü.....	35
3.2.7.2 Toprak reaksiyonu (pH)	35
3.2.7.3. Toplam eriyebilir tuz	36
3.2.7.4. Kireç	36
3.2.7.5. Suda çözünebilir organik madde	36
3.2.7.6. Toplam azot.....	36
3.2.7.7. Alınabilir fosfor	36
3.2.7.8. Değişebilir K, Ca, Na ve Mg.....	36
3.2.7.9 Toplam fenol	36

3.2.8. Karasuda Yapılan Analizler	37
3.2.9. Stres Analizleri	37
3.2.9.1. Membran stabilitesi	37
3.2.9.2. Prolin	37
3.2.11. Verilerin Değerlendirilmesi	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	39
4.1. Verim ve Verim Unsurları	39
4.1.1. Kütlü Verimi	39
4.1.2. Koza Sayısı	42
4.1.3. Bitki Boyu	44
4.1.4. Erkencilik	47
4.2. Lif Kalite Özellikleri	49
4.2.1. Lif Uzunluğu	49
4.3. Toprak Özellikleri	51
4.3.1. Ekimden Sonraki Dönemde Toprak Özellikleri	51
4.3.1.1. Toprak reaksiyonu (pH)	51
4.3.1.2. Toplam eriyebilir tuz içeriği	54
4.3.1.3. Organik madde içeriği	56
4.3.1.4. Azot içeriği	59
4.3.1.5. Fosfor içeriği	61
4.3.1.6. Potasyum içeriği	63
4.3.1.7. Sodyum içeriği	66
4.3.2. Hasat Döneminde Toprakların Özellikleri	68
4.3.2.1. Toplam eriyebilir tuz içeriği	68
4.3.2.2. Azot içeriği	70
4.3.2.3. Fosfor içeriği	73

4.3.2.4. Potasyum içeriği	75
4.3.2.5. Toplam fenol içeriği	77
4.4. Bitki Besin Elementi İçerikleri.....	80
4.4.1. Azot İçeriği.....	80
4.4.2. Fosfor İçeriği	82
4.4.3. Kalsiyum İçeriği	85
4.5. Bitki Stress Analizleri.....	87
4.5.1. Prolin Miktarı	87
5. SONUÇ	90
KAYNAKLAR.....	95
EKLER	113
ÖZGEÇMİŞ.....	143

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KS	: Karasu
N	:Azot
P	:Fosfor
K	:Potasyum
KS ₀	:0 t da ⁻¹
KS ₁	:1,5 t da ⁻¹
KS ₂	:3 t da ⁻¹
N ₀ PK	:0 kg N da ⁻¹ ,7 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ ve 7 kg K ₂ O
N ₁ PK	:5 kg N da ⁻¹ ,7 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ ve 7 kg K ₂ O
N ₂ PK	:10 kg N da ⁻¹ ,7 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ ve 7 kg K ₂ O
N ₃ PK	:15 kg,7 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ ve 7 kg K ₂ O
B	:Bor
C	:Karbon
Ca	:Kalsiyum
Cl	:Klor
Cu	:Bakır
Fe	:Demir
Mg	:Magnezyum
Mn	:Mangan
Na	:Sodyum
Zn	:Çinko
EC	:Elektiriksel iletkenlik
ESP	:Değişebilir sodyum yüzdesi
SAR	:Sodyum adsorbsiyon oranı
TSP	:Triple süper fosfat

da	:dekar
ha	:hektar
kg	:kilogram
mg	:Mega gram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Nazilli ilçesine ait 2014 ve 2015 yılları yağış (mm) değerleri.....	24
Şekil 3.2. Nazilli ilçesine ait 2014 ve 2015 yılları ortalama sıcaklık (°C) değerler.	25
Şekil 3.3. Kuruma aşamasında karasu keki.....	27
Şekil 3.4. İnceltilmiş karasuyun elenmesi.....	27
Şekil 3.5. Araştırmada uygulanan tarla deneme tekniğinin şematik görünümü.....	30
Şekil 3.6. Karasuyun uygulanması.....	31
Şekil 3.7. Karasuyun uygulaması.....	31
Şekil 3.8. Karasuyun toprağa karıştırılması.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya pamuk üretimi.....	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de toplam pamuk ekim alanı ve bölgeler itibarı ile üretim (ton) miktarı.....	3
Çizelge 1.3 Aydın ili pamuk ekim alanı ve kütlü pamuk üretim miktarları.....	3
Çizelge 1.4. Pamuk bitkisinin organlarına göre % besin maddesi dağılımı.....	5
Çizelge 3.1. Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler	23
Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ...	26
Çizelge 3.3. Karasuyun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	28
Çizelge 4.1. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan pamuk kütlü verimine ait varyans analizi.....	39
Çizelge 4.2. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait kütlü pamuk verimleri	41
Çizelge 4.3. Farklı karasu ve azot dozları uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan koza sayısına ilişkin varyans analizi	42
Çizelge 4.4. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait koza sayıları	43
Çizelge 4.5. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında çiçeklenme döneminde ölçülen bitki boyuna ait varyans analizi	44
Çizelge 4.6. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait çiçeklenme döneminde ölçülen bitki boyu	46
Çizelge 4.7. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan erkenciliğe ait varyans analizi	47
Çizelge 4.8. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama erkencilik değerleri.....	48
Çizelge 4.9. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında lif uzunluğuna ilişkin varyans analizi	49
Çizelge 4.10. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait lif uzunluğu ortalama değerleri	51

Çizelge 4.11. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde toprak reaksiyonuna ilişkin varyans analizi...	52
Çizelge 4.12. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toprak reaksiyonu	53
Çizelge 4.13. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde toplam eriyebilir tuz içeriğine ilişkin varyans analizi	54
Çizelge 4.14. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toplam eriyebilir tuz değerleri	56
Çizelge 4.15. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde organik madde içeriğine ilişkin varyans analizi	57
Çizelge 4.16. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde organik madde içeriği	58
Çizelge 4.17. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde toplam azot içeriğine ilişkin varyans analizi .	59
Çizelge 4.18. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toplam azot içeriği	60
Çizelge 4.19. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde fosfor içeriğine ilişkin varyans analizi.....	61
Çizelge 4.20. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde alınabilir fosfor içeriği	63
Çizelge 4.21. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde potasyum içeriğine ilişkin varyans analizi.....	64
Çizelge 4.22. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde potasyum içeriği	65
Çizelge 4.23. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde sodyum içeriğine ilişkin varyans analizi	66
Çizelge 4.24. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde sodyum içeriği	67

Çizelge 4.25. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında toplam eriyebilir tuz içeriğine ilişkin varyans analizi	68
Çizelge 4.26. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında toplam eriyebilir tuz içeriği	70
Çizelge 4.27. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan hasat dönemi topraklarında azot içeriğine ilişkin varyans analizi	71
Çizelge 4.28. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında toplam azot içeriği	72
Çizelge 4.29. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında alınabilir fosfor içeriğine ilişkin varyans analizi	73
Çizelge 4.30. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında alınabilir fosfor içeriği	75
Çizelge 4.31. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında potasyum içeriğine ilişkin varyans analizi	76
Çizelge 4.32. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında potasyum içeriği.....	77
Çizelge 4.33. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında fenol içeriğine ilişkin varyans analizi	78
Çizelge 4.34. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarda fenol içeriği	79
Çizelge 4.35. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında bitki azot içeriğine ilişkin varyans analizi	80
Çizelge 4.36. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait bitki azot içeriği ortalama değerleri.....	82
Çizelge 4.37. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında bitki fosfor içeriğine ilişkin varyans analizi	83
Çizelge 4.38. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait bitki fosfor içeriği	85

Çizelge 4.39. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında bitki kalsiyum içeriğine ilişkin varyans analizi	85
Çizelge 4.40. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait bitki kalsiyum içeriği	86
Çizelge 4.41. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında prolin miktarına ilişkin varyans analizi	87
Çizelge 4.42. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait prolin miktarı ortalama değerleri	89

EKLER DİZİNİ

EK 1. Deneme alanına karasuyun uygulanması.....	113
EK 2. Pamuk ekiminin yapılması.....	115
EK 3. Pamukta ilk çıkış.....	118
EK 4. Üst gübrelemenin yapılması	121
EK 5. Deneme alanından görüntüler	123
EK 6. Hasat döneminde deneme alanından görüntüler	134

1. GİRİŞ

Pamuk, doğal lif bitkisi olarak, dünya çapında milyonlarca çiftçiye gelir sağlayan önemli tarımsal üründür. Ekolojik isteklerinden dolayı tropikal ve subtropikal iklime sahip ülkelerde yetiştirilen pamuk üretiminde başı Çin çekmekte ve Çin'i sırası ile Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Pakistan, Brezilya, Özbekistan, Türkiye, Avustralya, Türkmenistan ve Meksika takip etmektedir. Aynı zamanda bu ülkeler en fazla pamuk kullanıcısı konumundadırlar. Dünyada 2014/2015 üretim sezonunda yaklaşık 34,3 milyon hektar (Anonim, 2015) alanda, yaklaşık 25,9 milyon ton (Anonim, 2016) pamuk üretimi yapılmıştır ve dünya verim ortalaması 758 kg ha^{-1} (Anonim, 2015) olarak elde edilmiştir (Çizelge 1.1).

Pamuk öncelikli olarak lifi için kullanılan bir tarla bitkisidir. Lif çekirdekten/tohumdan ayrıldıktan sonra (çırçırılama), çekirdeği yağ üretimi için ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ülkemizde üretici, çırçır işletmesi, tekstil sektörü (iplikçi, dokumacı, konfeksiyoncu, modacı), pamuk yağı üreticisi, ithalat ve ihracat sektörü gibi geniş bir kesim geçimini pamuktan sağlamaktadır. Aynı zamanda da pamuğa dayalı diğer sektörler (yem, sağlık, ilaç, otomotiv, barut, inşaat vb.) için bir hammadde kaynağı durumundadır. Ülkemizde 2015 yılı verilerine göre ülkemizde, 434.013 hektar alanda 2.050.000 ton kütlü pamuk, 738.000 ton lif (Anonim, 2016a) üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünya pamuk üretimi (milyon ton) (Anonim, 2016)

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
Hindistan	6.3	6.2	6.7	6.4	5.8
Çin	7.4	7.6	7.1	6.5	5.2
A.B.D.	3.4	3.8	2.8	3.6	2.8
Pakistan	2.3	2.0	2.1	2.3	1.5
Brezilya	1.9	1.3	1.7	1.5	1.5
Özbekistan	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8
Türkiye	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6
Avustralya	1.2	1.0	0.9	0.5	0.5
Türkmenistan	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
Burkina	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
Mali	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Arjantin	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
Yunanistan	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Diğer Ülkeler	3.3	3.4	3.3	3.6	3.2
Dünya	27.7	27.0	26.2	25.9	21.8

Ülkemizde pamuk tarımı; Ege Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi (Çukurova ve Antalya) Marmara Bölgesi (bazı bölümlerinde)'nde yapılmaktadır (Çizelge 1.2). En fazla pamuk üretimi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşirken lif kalitesi açısından Ege Bölgesi'nde başta gelmektedir. Ege bölgesinde Aydın ili pamuk üretiminde ilk sırada yer almaktadır ve Türkiye pamuk üretiminin yaklaşık % 10-12'sini karşılamaktadır (Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3).

Pamuk ekim alanlarında geçtiğimiz yıllarda düşüş meydana gelmiştir. Pamuk üretimi de buna bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 1.2). Pamuk lifi tekstil ve konfeksiyon sektörünün ana girdisi olduğu için bu sektörün gelişmesi pamuğa talebin artmasına neden olmaktadır. Fakat dünyada pamuk fiyatlarındaki dalgalanmalar sektörün daha düşük fiyatlar nedeniyle dış alım yapmayı tercih etmesi pamuğun yurtiçi üretimini geriletmiştir. Üreticinin mısır ve buğday gibi alternatif ürünlerden daha iyi kazanç sağlaması pamuk üretiminin azalmasına neden olmuştur. Fakat son yıllarda destekleme programları, yüksek verimli çeşitler

ve makineli hasadın daha yaygın olarak kullanılması pamuk üretimini artırma yönünde olumlu gelişme sağlamıştır.

Çizelge 1.2. Türkiye’de toplam pamuk ekim alanı ve bölgeler itibarı ile üretim (ton) miktarı (Anonim, 2016a)

Yıl	Ekim alanı (ha)	Güneydoğu	Ege	Akdeniz	Batı
		Anadolu			Marmara
Kütlü					
2011	542.024	1.448.434	676.336	450.529	4.678
2012	488.503	1.385.397	522.737	408.662	3.186
2013	450.891	1.313.362	483.001	452.409	1.219
2014	468.144	1.375.432	460.993	512.094	1.481
2015	434.016	1.187.465	402.869	459.045	621
Lif					
2011	542.024	535.919	250.242	166.698	1.732
2012	488.503	512.587	193.417	151.209	1.180
2013	450.891	512.016	188.491	176.513	476
2014	468.144	495.152	165.957	184.358	533
2015	434.016	427.485	145.034	165.257	224

Çizelge 1.3 Aydın ili pamuk ekim alanı ve kütlü pamuk üretim miktarları (Anonim, 2016b)

Yıl	Ekim alanı hektar	Kütlü pamuk üretimi ton
2005	65.916	230.535
2006	52.115	177.582
2007	61.805	222.172
2008	54.869	171.578
2009	44.156	145.069
2010	35.889	132.026
2011	49.479	155.826
2012	59.965	213.399
2013	56.946	205.443
2014	47.750	205.567
2015	56.751	260.491
2016	55.203	232.135

Pamuğun yetiştirilebilme özelliğini belirleyen en önemli faktör iklimdir. Pamuk tropikal ve subtropikal bölgelere adapta olabilen, otsu, küçük çalı veya ağaç şeklinde gelişme gösteren bir bitkidir (Grimes ve El-Zik,1990).

Pamuk bitkisi, kök gelişimini sınırlayan faktörler (göllenme, tuzluluk, asitlik, sığ toprak profili, düşük verimlilik ve su tutma kapasitesi gibi) olmadığı sürece her türlü toprakta yetişir (Hodges, 1992). Bitki gelişimi ve nem ilişkisi bakımından, en iyi gelişimi tınlı topraklarda görülür (Waddle, 1984).

Pamuk, sıcak bölgelerde ve sulama yapılarak yetiştirildiği için topraktaki mikrobiyal ayrışma çok hızlı olmaktadır. Bu nedenle pamuk ekilen topraklarda, genellikle organik madde düşüklüğü söz konusudur. Pamuk, oldukça geniş sınırlar içerisinde değişim gösteren toprak reaksiyonlarına tolerans gösterse bile, nötr ve hafif asidik (pH =5.7-7.0) (Berger, 1969) topraklarda iyi gelişme gösterir. Fakat pH 5.0-9.5 (Anonim, 2015b) arasında değişen değerlerde de gelişme göstermektedir. Pamuk büyüme mevsiminde 22-36°C sıcaklıklara ihtiyaç duymaktadır. Çimlenme için optimum sıcaklık 22-30 °C, çoğu çeşidin çimlenmesi için yaklaşık 14-15 °C, bazı çeşitler ise 12 °C gibi düşük sıcaklıklarda yeterli gelebilmektedir. Optimum büyüme ve gelişme için ortalama 25-30 °C arasında sıcaklık gereklidir. Serin havalarda büyüme ve gelişme yavaşlamaktadır ve bazen de yetersiz olgunlaşmaya yol açmaktadır. Pamuk dona karşı son derece duyarlıdır. Gölgeye de tahammül edemez. Yağış ise büyüme mevsimi boyunca 750-1200 mm olmalıdır. Meyve açıldıktan sonra meydana gelen yağış ise lif kalitesinin düşmesine neden olur. Derin kök sisteminden dolayı pamuk kuraklığa toleranslıdır. Ancak koza bağlama sırasında uzun kuraklıklar verimde azalmaya neden olur. Uzun süren rüzgârlarda fidelere ve açılmış kozalara zarar verir (Anonim, 2015b).

Pamuk, nispeten tuza toleranslı bir bitki olup genellikle % 0,5-0,6 tuz içeriği zarara neden olmaz fakat çeşitler bu konuda farklılıklar gösterebilir (Anonim,2015b).Yapılan çalışmalar pamuğun tuzluluk eşik değerinin 7,7 dS m⁻¹, eğim değerinin 5,2 dS m⁻¹ olduğunu göstermektedir (Ayers ve Wescot, 1989; Maas, 1985). Toprak tuzluluğundaki her birimlik artış, pamuk verimini % 5,2 oranında azaltmaktadır (Maas, 1986).

Pamuk, derinlere inebilen kazık kökleri yardımıyla topraktaki nemi kolaylıkla alabilmektedir. Bu nedenle, toprak profilinin, kökün gerekli derinliğe kadar

inmesini sağlayacak bir derinliğe (yaklaşık, 1.5 m) sahip olması gerekmektedir. Taban suyu seviyesi yüksek olan topraklar, pamuk tarımı için uygun değildir (Mert, 2007).

Toprak organik maddesi; azot, kükürt ve öteki besin maddeleri bakımından önemli bir rezerv kaynağıdır. Pamuk tarımı için organik madde miktarının % 2 dolaylarında olması gerekir. Organik madde ve besin elementlerince zengin topraklar, pamuğun lif verimini ve kalitesini yükseltir. (Mert, 2007). Johnson vd. (1999), toprak organik maddesi, bor (B), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) ile lif verimi; magnezyum (Mg), potasyum (K) ve Cu ile lif kalitesi arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmektedirler.

Pamukta verim; fide çıkışına, çevresel faktörlere (sıcaklık vb.) ve stres koşullarına (biyotik ve abiyotik stres faktörleri) bağlı olarak değiştiği için, besin maddesi ihtiyacını tahmin etmek zordur. Kütlü pamuk verimindeki bu dalgalanmaya karşın, farklı koşullarda yetişen pamuk bitkisinin tohum ve lifleri tarafından topraktan uzaklaştırılan besin maddelerinin oranı, kısmen sabit kalmaktadır.

Çizelge 1.4. Pamuk bitkisinin organlarına göre % besin maddesi dağılımı (Çolakoglu ve Atalay, 1982)

Bitki organı	Azot (%)	Fosfor (%)	Potasyum (%)
Kök	2	3	3
Gövde + dal	12	11	20
Yaprak sapı	2	2	2
Yaprak ayası	21	16	13
Çenet	15	14	37
Lif	4	3	5
Çiğit	44	51	16
Toplam	100	100	100

Pamuk bitkisinin gelişme dönemi içerisinde topraktan tüm bitki ile önemli miktarda azot, fosfor, potasyum (N, P₂O₅, K₂O) kaldırdığı; yalnızca kütlü ürünü ile kaldırılan besin elementi miktarı dikkate alındığında ise azot ve fosforun yüksek, potasyumun oransal olarak daha az olduğu izlenmektedir (İrget vd., 2010). Kütlü pamuk (lif + çiğit) tarafından topraktan % 48 oranında azot, % 54 oranında fosfor ve % 21 oranında potasyum kaldırmaktadır (Çolakoglu ve Atalay, 1982). Pamuk; azot, fosfor ve potasyuma ek olarak, kükürt, kalsiyum, magnezyum, çinko,

demir, bakır, manganez ve bor gibi besin maddelerini de almaktadır (Cassman, 1996). Bu besin maddeleri, pamuk verimliliğini % 20-50 oranında arttırmaktadır (Ahmad vd.,1996).

Azot bitkiler tarafından büyük miktarda ihtiyaç duyulan ve genellikle de sınırlayıcı bir element olup protein sentezi, fotosentez, karbon dengesi gibi birçok temel süreçlerde ve bunun yanı sıra enzim ve hormon etkinliğinde rol almaktadır. Eksikliği, kısa, bodur bitkilere, dik ya da içe kıvrılmış şekilde olan soluk yeşil yapraklara neden olur. Alt yapraklarda kırmızı renklenme gelişebilir. Azot bitkide oldukça hareketli (mobil) olduğundan eksiklik belirtileri genellikle ilk olarak yaşlı yapraklarda görülür. Noksanlık devam ettikçe yaşlı yapraklar oldukça soluk renge dönüşürler ve nekroz (hücre/doku ölümü) ve yaprak ölümü ve erken yaşlanma göstermeye başlar. Toplam dönersel azot gereksinimi büyüme sezonuna ve verim potansiyeline bağlı olarak 50-300 kg ha⁻¹ aralığındadır. Lif ve tohum tarafından kaldırılan azot, toplam bitki azotunun % 43-60 kadardır. Meyve gelişimi sırasında, meyve, bitkideki azotu baskın bir alıcıdır ve bitki bünyesinde yeniden dağılım oluşur. Maksimum günlük azot alım oranları; kurak topraklarda 0,6-0,7 kg N ha⁻¹gün⁻¹, sulanan topraklarda 1,5-4,6 kg N ha⁻¹gün⁻¹ (Oosterhuis, 2001).

Pamuk bitkisi, taraklanma ve ilk çiçeklenme dönemine kadar azota daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Azotun pamuğun ihtiyacından önce uygulanması, azotun kök bölgesine taşınması bakımından önemlidir. Pamuğa uygulanacak azot miktarı; toprak verimliliği, toprağın organik madde içeriği, toprağın bünyesi, iklim, sulama, ekim sıklığı, tür, çeşit ve önceki ürüne göre değişir. Uygun azot dozu, vejetatif büyüme ile meyve tutumu arasında dengenin oluşmasını sağlar. Bu denge; erken koza tutumu, koza çürüklüğünden kaynaklanan kaybın en aza indirgenmesi, daha az insektisit kullanımı, bitki büyüme düzenleyicileri için en az gereksinim duyulması, yaprak döktürme maliyetinin azalması, erken olgunlaşma, hasat ve uygun bir verim için gereklidir. Ortalama olarak, uygulanan azotun 2/3'ü pamuk tarafından alınır; 1/3'ü organik formda bitki artıkları ile birlikte toprağa karışır. Geriye kalan azot ise sızma ve denitrifikasyon ile sistemde kaybolur. Öte yandan, pamuk tarafından alınan azotun, yaklaşık 2/3'ü toprağın organik azot havuzundan, 1/3'ü ise toprağa uygulanan azotlu gübreden sağlanmaktadır. (Mert, 2007).

Fosfor erken kök gelişimi, fotosentez, hücre bölünmesi, enerji transferi, erken koza oluşumu ve olgunluğun hızlandırılmasında önemlidir. Bitki üretilen her 220-

250 kg (1 balya) pamuk için yaklaşık 11,34 kg ve 13,61 kg P₂O₅ alır. Eksikliğinde bodur bitkiler, geç meyve oluşumu ve olgunluk ve verimde azalma oluşmaktadır (Anonim, 2015c).

Potasyum pamuk üretiminde oldukça önemli bir besin ögesidir. Solgunluk hastalığının etkisini ve şiddetini azaltır, su kullanım verimliliğini artırır ve incelik, uzunluk ve mukavemet gibi lif özelliklerini etkilemektedir. Koza içindeki lifin uzaması için yeterli su basıncının korunması/sürdürülmesi önemli olduğundan kozalar önemli bir potasyum alıcısıdır. Bitki, bir balya (220-250 kg) pamuk için yaklaşık 27,22 kg potasyum alır. Taraklanma döneminde önemli oranda potasyuma ihtiyaç artar ve ilk çiçeklenme sonrasında yaklaşık potasyumun % 70'ni alır (Anonim, 2015c). Toprakta yeterli potasyum bulunmaması, bitkinin azot alımını güçleştirmektedir. Diğer taraftan aşırı potasyum ise çiçeklenme döneminin uzamasına, çırçır randımanının düşmesine, lif kopma dayanaklığının azalmasına ve olgunlaşmanın gecikmesine neden olmaktadır (Mert, 2007).

Tarımsal ekonominin can damarlarından biri de zeytinyağı endüstrisidir. Dünya genelinde 900 milyonun üzerinde zeytin ağacı bulunmaktadır bununda yaklaşık % 90'ı Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Zeytin ve zeytinyağı üretici ülkelerde başı İspanya çekmektedir, İspanya'yı sırası ile İtalya, Yunanistan, Tunus, Suriye ve Türkiye takip etmektedir. Son yıllarda Avustralya, Japonya ve Arjantin gibi ülkelerde de zeytinyağı üretilmektedir. Dünyada 2015/2016 üretim sezonunda 2.988.500 ton zeytinyağı elde edilmiştir, Türkiye'de ise 143.000 ton (Anonim, 2016a) zeytinyağı elde edilmiştir. Türkiye üretimi dünya genelindeki toplam zeytinyağ üretiminin % 4,8'ini oluşturmaktadır.

Bu tarımsal sektörün en önemli sorunlarından biri zeytinyağ üretimi sırasında açığa çıkan ve ciddi çevresel etkileri olan karasuyun idaresidir. Zeytinyağı eldesinde zeytin meyvesinin özsu ve yağ ekstraksiyonu sırasında ilave edilen su ile temizleme sırasında kullanılan suların tamamı karasu olarak nitelendirilmektedir. Üretim sırasında yaklaşık 20 ton su kullanımına karşılık 30 ton atık su (karasu) (Anonim, 2004) açığa çıkmaktadır. Akdeniz ülkelerinde yılda üretilen karasuyun $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'ten 30×10^6 'e kadar değiştiği, ortalama toplam karasu miktarının ise $10-12 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ yıl}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir (Borja vd., 2006).

Zeytinyağı üretiminde klasik (kesikli/baskılı) ve modern (kontinü/sürekli) sistemler kullanılmaktadır. Günümüzde modern sistemler tercih edilmektedir ve

uygulanan yöntemin 2 fazlı ya da 3 fazlı olmasına göre atık su miktarında farklılık göstermektedir. İki fazlı sistemlerde proses suyu kullanılmadığı için sistemde oluşan karasu pirina içinde kalmaktadır (Kutay, 2009). Üç fazlı sistemde ise pirina ve karasu ayrı ayrı sistemden ayrılmaktadır ve süreç sonunda % 20 zeytinyağı, % 30 pirina ve % 50 karasu ortaya çıkmaktadır (Tsagaraki vd, 2004).

2 fazlı zeytinyağı üretimi ile 1000 kg zeytinin yağa işlenmesinden 700-800 kg karasu elde edilmektedir ve bu karasu % 99 su, % 1 katı madde ihtiva etmektedir. 3 fazlı sistemde ise 1000 kg zeytinin yağa işlenmesinden 1073 kg karasu elde edilmektedir ve bu karasuyun % 93,5'ini su, % 6'sını katı madde ve % 0,55'ini ise yağ oluşturmaktadır (Gürbüz vd., 2012).

Karasu olarak bilinen bu atık madde gerçekte kara değil, sadece zeytin meyvelerinden zeytinyağı elde edilirken, ılık suyla yağın sürüklenmesi ve baskı sırasında kullanılan suyun havada okside olarak kararmasıyla oluşan bir üründür. Bu suyun aktığı bölgelerde oksijen azalırken canlılar da azalmaktadır.(Rozzi ve Malpei, 1996). Karasu içerisindeki yağ, alıcı ortamlardaki su yüzeyine yayılmaktadır ve suyun oksijen alımını ve güneş ışığının geçişini azaltarak flora ve faunanın doğal gelişimini engellemektedir. Bununla birlikte karasu yüksek organik madde içeriği nedeniyle çözünmüş oksijenin tüketilmesine de neden olmaktadır (Durucan ve Gördük,2002).

Genellikle zeytinyağı üretimi sırasında açığa çıkan atık su miktarı $0.5-1.5 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ zeytin olmaktadır. Karasuyun arıtımında yaşanan güçlüklerin en önemli nedenleri; bu suyun yüksek organik madde ve polifenoller gibi toksik maddeleri içermesi, sezonluk üretim yapılması ve bir üretim sezonunun 3-4 ay kadar sürmesidir. Karasuyun yapısında bulunan organik bileşiklerin başında şeker, azot bileşikleri, uçucu asitler, polialkoller, pektin, yağ, karasuya koyu rengi veren taninler ve polifenoller bulunmaktadır (Rozzi ve Malpei, 1996).

Karasuyun yapısındaki organik bileşiklerden kirlilik yüküne neden olan bileşeni, polifenollerdir. Zeytinin çekirdek ve meyve kısımları fenolik bileşiklerce zengindir ve bu bileşikler zeytinyağı üretimi sırasında açığa/ortaya çıkarlar. Bir kısmı yağ içinde kalırken bir kısmı da atıksu içinde kalır. Bu fenoller amfifilik yapıda oldukları için suda yağda olduklarından daha çok çözünürler, bu durum karasudaki yüksek polifenol içeriğini açıklamaktadır. Karasuyun biyolojik olarak

arıtılabilirliğini zorlaştırmada polifenollerin inhibe edici etkisi rol oynamaktadır (Azabou vd., 2007).

Kontrolsüz ve gelişigüzel olarak deşarj edilen karasuyun yüksek polifenol içeriğinden dolayı tarımsal alanlarda fitotoksik etkiye sebep olduğu fakat bekletilmesi durumunda yapısındaki değişme sonucunda toksik etkilerinin azaldığı saptanmıştır (Capasso vd., 1991; Bonari vd., 1993; Aliotta vd., 2000).

Zeytinyağı üreticileri için, zeytin işlenmesi sırasında açığa çıkan zeytin karasuyu ve pirinanın kontrolü ve bertarafı önemli bir sorun teşkil etmektedir. Yüksek miktarda fenol, organik madde, lipit içermesi ve fitotoksik etkileri nedeniyle bu atık su için deşarj standartlarını sağlayacak şekilde ekonomik ve aynı zamanda da teknolojik olarak uygulanabilir bir arıtma yöntemi henüz geliştirilmemiştir. Bu atık su genelde lagünlerde buharlaştırma yöntemi ile bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Zeytin karasuyunun çevreye deşarjı veya uygun standartlara sahip olmayan lagünlerde bekletilmesi; yüzeysel ve yeraltı suyu kirliliğine, toprak kalitesinin bozulmasına ve kötü kokular yayılmasına neden olmakta ayrıca doğal yaşamı olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, zeytin karasuyunun bertarafı için alternatif arıtma metotları ve kombinasyonları araştırılmaktadır (Erdem vd., 2015).

Karasuyun % 40-50 kadarını zeytinin meyve suyu, geri kalan miktarını ise işletme suları teşkil etmektedir. 1m³ karasuda yaklaşık 170 kg katı madde mevcut olup bunun 20 kg inorganik, 150 kg ise organik maddeden oluşmaktadır. İnorganik madde de ise 0,2 -2 kg azot, 0.1-0.5 kg fosfor, 1.2-3.6 kg potasyum ve 0.05-0.2 kg magnezyum bulunduğu kaydedilmektedir (Nefzaoui, 1987). Karasu organik madde, azot, fosfor, potasyum ve magnezyum bakımından zengin olduğundan tarım için elverişli olduğu belirtilmektedir (Mechri vd., 2011; Chaari vd., 2014). Uygun dozlarda ve kontrollü olarak uygulanan karasuyun toprağın su tutma kapasitesini ve verimliliğini geliştirmede, toprakta azot fikse eden bakteri popülasyonunu artırmada etkili olabileceği (Ramos-Cormenzana vd., 1995) vurgulanmaktadır.

Üretim ve tüketim yapısına paralel olarak artış gösteren atıkların birikmesi ekosisteme, canlı yaşamına olumsuz etkide bulunmaktadır. Çevre kirliliğinin önüne geçilmesi, içme ve kullanma suyu ile besin üretimini artırma ihtiyacından dolayı geriye kazanılabilir atıklardan yararlanma gayretleri artarak sürmektedir.

Değerli bir materyal olan karasuyun tarım alanlarında ve bitkisel üretimde kullanılabilirliği çevresel etkilerinin çözümlenmesine yönelik devam eden çalışmalarda yararlı olabilir.

Karasu uygulamasının oluşturabileceği olumlu ya da olumsuz sonuçları gözlemleyebilmek, bir sonraki yıla etkisini belirleyebilmek için çalışma iki yıl üst üste aynı yerde aynı koordinatlarda yani çakılı olarak yürütülmüştür.

Bu çalışma karasuyun, pamuk bitkisinin verim ve kalitesi ile tüm gelişme dönemlerinde ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve potasyum gibi besin elementlerini tek başına karşılayabilme yeteneğini ve azotlu gübrelerle birlikte uygulanmasının pamuk bitkisinin ve toprağın bazı özelliklerinde meydana getireceği değişiklikleri ve aynı zamanda da toprağın temel özelliklerini iyileştirip iyileştirmediğini belirleyebilmek amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Karasu ile İlgili Çalışmalar

Fiestas Ros Ursinos (1986) İspanya'da uzun yıllar boyunca yaptığı araştırmalarında, klasik sistemle üretilen zeytinyağı yan ürünü olan karasuyun 30 m^3 hektar yıl^{-1} ; kontinü sistemde ise 100 m^3 hektar- yıl^{-1} şeklinde araziye, bitki yokken verilebileceğini ve yıllık bitkilerde karasu uygulaması ile ekim zamanı arasında en az bir aylık sürenin geçmesinin gerektiğini vurgulamıştır.

Püskülcü vd. (1995) karasuyun lagünlerde (karasu dinlendirme ve bekletme havuzları) bekletilerek buharlaştırmaları ve dibe çöken çamurun kurutulmasıyla elde edilen zeytin tortusunun, zeytin yetiştiriciliğinde etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada; ağaç başına 40 kg ve 80 kg tortu uygulamışlardır. Sonuçta 80 kg'lık uygulamanın üründe artışa neden olduğunu ve yaprak örneklerinde de azot ve potasyum seviyelerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Seferoğlu ve Kılınç (2002) karasuyun (sıvı ve katı) buğday üretiminde kullanılabilirliğini araştırdıkları çalışmalarında, sıvı formdan 5 ve 10 l m^{-2} , katı formda (kek) ise $4,5$ ve 5 kg m^{-2} uygulamışlardır. Araştırmada bu uygulamalara ilaveten azot ve fosforlu gübrelere kullanmışlardır. Yapılan uygulamaların çimlenme yüzdesinde bir değişikliğe neden olmadığını, fide çıkış oranının, katı formdan sıvı forma göre daha çok etkilendiğini ve karasuyu azot ve fosfor ile birlikte uygulamasında bitki boyunda artış olurken, tek başına karasu uygulanmasının bitki boyunda azalmayla sonuçlandığını belirlemişlerdir. Verim ve verim bileşenleri açısından uygulanan form ve dozların istatistiksel olarak önemli olmadığını tohum ve yaprak örneklerinin potasyum içeriğinde kontrole göre artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Paredes vd. (2005) zeytin karasuyunun toprağa uygulanmasının kültür bitkisine zarar vermeyeceğini, inorganik gübrenin verdiği benzer ürün verdiğini belirtmektedir. Aynı zamanda toprağın kimyasal ve fiziko kimyasal özelliklerini artırdığını belirtmektedirler.

Brunetti vd. (2007) toprağa ilave edilen katalitik olarak olgunlaştırılmış karasu ile doğrudan lagünden alınan karasuyun toprak humik asit, toprak özellikleri ve makarnalık buğday verimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; toprak elektriksel iletkenliği, toplam organik karbon, toplam ekstrakte edilebilir karbon, yayayışlı fosfor ve potasyum içeriğini artırdığını gözlemlemişlerdir. Her iki

uygulamayı karşılaştırdıklarında, toplam ekstrakte edilebilir karbonun katalitik olarak olgunlaştırılmış karasu uygulamasında daha öne çıktığını belirtmişlerdir. Karbon, hidrojen ve fenolik hidroksil grup içeriklerinin, karbon/ azot oranı artışıyla öne çıktığını vurgulamışlardır. Lagünden doğrudan alınmış ve özellikle katalitik olarak olgunlaştırılmış karasu ilavesinin m²'deki tanelerinin sayısını, metre karedeki başak sayısını ve 1000 tane ağırlığını artırarak buğday tane verimini olumlu yönde etkilediğini gözlemlemişlerdir.

Seferoğlu vd. (2008) zeytin karasuyunun toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak iyileştirme sağladığını ve mineral alımını arttırdığını ve daha iyi mandarin gelişimine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Chartzoulakis vd. (2010) 20 yaşındaki zeytin ağaçlarına toprak yüzeyine, üç yıl üst üste, kış mevsiminde maksimum 420 m³ ha⁻¹ dozunda taze karasu uygulamışlardır. Toprağa uygulanan karasuyun toprak verimliliğini, K'nın yararlılığını artırdığını vurgulamış ve fenolik bileşiklerde bir artış tespit etmişlerdir. Fenollerin hızlı bir şekilde bozunduğunu ve izleyen uygulamalardan sonra birikme eğilimi oluşmadığını bildirmişlerdir. Toprak özelliklerine ve bitki davranışlarına herhangi bir olumsuz etki tespit etmemişler ve araştırma süresi boyunca karasu uygulanmasıyla 2 m toprak derinliğinde drenaj suyunun bileşiminde bir değişikliğe rastlamamışlardır.

Santonoceto ve Anastasi (2010) karasuyu artan miktarlarda (0,8, 16, 35 l m⁻²) uygulanmasıyla, bazı tarla bitkilerinin (sorgum, bakla, makarnalık buğday, İskenderiye üçgülü, maltlık arpa, İspanyol korungası) büyüme ve verimine ve bunun yanı sıra temel toprak özellikleri üzerine tepkisini inceledikleri araştırmalarında, fitotoksositeye deneyimli olan bakla hariç olmak üzere atık suyun çok yüksek oranlarda zararlı etkilerine dikkati çekmişlerdir. Araştırmacılar test edilen diğer bitkiler için karasu uygulamasının belli sınırlar içinde arttığında bitkinin hayatta kalma, büyüme ve verim açısından olumlu cevap vereceğini belirtmişlerdir. Katyon değişim kapasitesi için ve başta fosfor ve potasyum olmak üzere makro besin maddeleri için bir artış meydana geldiğinden toprağın organik havuzunun nispeten korunmuş olduğunu ve mikro besin maddeleri seviyelerinin farklı şekilde değiştiğini, ancak toprak özelliklerindeki son değişimlerini, karasuyun değişen oranları ile daima birebir kalıcı olmadığını da belirtmişlerdir.

Montemurro vd. (2011) bazı yem bitkileri (İtalyan çimi, üçgül, bezelye) ve toprak özellikleri üzerine karasuyun etkisini incelemişlerdir. Karasuyun üç farklı dozunu

(0-80-120 m³ ha⁻¹) kullanmışlardır. İtalyan çimi verimi, kontrole göre 80 ve 120 m³ ha⁻¹ dozlarıyla karşılaştırdıklarında sırasıyla % 40 ve % 41,6 artığını, buna karşın bezelyede % 27 ile en düşük verim saptamışlardır. Üçgülün türe özel duyarlılık gösterdiğini ancak karasu uygulamasının üçgülün protein içeriği açısından kontrole karşılaştırdıklarında 80 ve 120 m³ ha⁻¹ dozlarında sırasıyla % 26,3 ve % 28,7 artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Karasuyun toprakta toplam organik madde içeriğini de artırdığını bildirmişlerdir.

Seferoğlu (2011) zeytinyağı katı atığının organik bir kaynak olarak kullanılma olanaklarını araştırdığı çalışmasında farklı dozlarda (0, 10, 20, 30, 40 t ha⁻¹) bakla, soğan ve turp bitkilerine uygulamıştır. Yüksek dozlarda uygulamanın, çimlenmeyi ve büyümeyi olumsuz etkilediğini, turp için hiçbir dozun uygun olmadığını ve bakla ve soğan için en ideal dozun 20 t ha⁻¹ olduğunu belirtmiştir.

2.2. Karasuyun Toprak Özelliklerine Etkisi ile İlgili Çalışmalar

Tarla denemelerinde, birbirini izleyen üç yıl boyunca yıllık 6000 m³ ha⁻¹ oranında uygulanan karasuyun, toprağın organik madde içeriğini, azot, NO₃, ekstrakte edilebilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum konsantrasyonlarını arttırdığı ve toprak verimliliği üzerinde olumlu etkilerinin olduğu çok sayıda çalışma ile gösterilmiştir (Fiestas Ros Ursinos, 1986; Levi-Minzi vd., 1992; Tomati ve Galli, 1992).

Riffaldi vd. (1993) laboratuvar şartlarında yaptıkları çalışmada, toprağa % 1-2 düzeyinde karasu keki ilave ederek 42 günlük inkübasyon süresince değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu süre sonunda, toksik olarak düşünülen organik bileşiklerin 19. günden başlayarak 40. güne kadar tamamen parçalandığını; potasyum düzeyinin arttığını; SO₄ ve NO₃ miktarlarında özellikle azotun denitrifikasyonu nedeniyle, azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Seferoğlu vd. (2001) karasuyun toprakların kimyasal içeriğine etkisini inceledikleri çalışmalarında, uygulamaların öncelikle pH'ı düşürdüğünü, toplam tuz içeriğini arttırdığını daha sonra ise normal seviyeye geldiğini bildirmişlerdir.

Kocaer vd. (2004) karasuyun arazide arıtma yöntemiyle bertarafı ile ilgili çalışmalarında, tınlı tarım toprağına 100 m³ ha⁻¹ karasu uygulamışlardır. Sonuçta, karasuyun neden olduğu organik ve inorganik kirliliği azaltmada, tınlı toprağın etkili olduğunu bulmuşlardır. Karasu uygulamasıyla özellikle 0-20 cm'lik yüzey

toprağında organik karbon, azot, fosfor ve iletkenlik değerlerinde belirgin bir artış gösterdiğini vurgulamışlardır.

Mekki vd. (2005) yaptıkları çalışmalarında toprağa karasuyu yayarak uygulamışlardır. Uygulamalarında, herhangi bir işlem görmemiş karasu ile biyolojik olarak işlem görmüş karasu kullanmışlardır. İşlem görmemiş ya da işlem görmüş karasuyun artan miktarları ile toprağın; su tutma kapasitesini, tuzluluğu ve organik karbon, humus, toplam azot, fosfor ve potasyum içeriğini iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir.

Hachicha vd. (2006) zeytin karasuyunun toprağa uygulanmasının toprağın pH, elektrik iletkenlik ve fenoller üzerine olumsuz etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Tavuk gübresi ve zeytin karasuyu kompostunun klasik gübrelere alternatif olarak ekolojik gübre olabileceğini belirtmişlerdir.

Sierra vd. (2007) topraklara karasu uygulanmasının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, karasuyu üç farklı (30, 60 ve 360 m³ ha) dozda uygulamışlardır. Bu atığın toprak verimliliğini fosfor, organik madde ve azot nedeniyle iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte azotun geçici olarak immobilize olduğunu ve tuzluluk değerleri ile fenolik bileşiklerin konsantrasyonlarında artışı hem sorbe edilen hem de çözülebilir formlarda gözlemlemişlerdir. Fenolik bileşiklerin biyolojik olarak toprakta hızlı bir şekilde parçalandığını/bozunduğunu belirtmişlerdir.

Aguilar (2010) karasuyun nitrat iyonu ile birleşebilme ve nitrat-N'ni % 80 oranında tutma yeteneğine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Nitrat ile karasuyun oluşturduğu kompleksin (karasu-N) yeni bir gübre olabileceğini belirtmişlerdir. Topraklara uygulanan karasu-N gübresinin iki ay boyunca nitrat-N'ü salınımını % 90 oranında azalttığını vurgulamışlardır. Böylece karasu ile karıştırılmış inorganik azotlu gübreler ile azot için daha yüksek etkinlik indeksli yeni organik gübreler üretilebileceğini belirtmişlerdir.

Moraetis vd. (2011) ayırılmış karasuyu beş yıl boyunca mısır alanlarının sulanmasında kullanmışlar, aynı zamanda karasuyu ile birlikte yılda hektara 11,8 ton karbon, 1033 kg azot, 23,8 kg fosfor ve 4161 kg potasyum eklemişlerdir. Elektriksel iletkenliğinin tuzlanma eşiğinin altında kaldığını, yeraltı suyu kalitesinde olumsuz bir etkisinin olmadığını, ağır metal birikiminin meydana gelmediğini gözlemlemişlerdir. Düşük organik madde ve yüksek sulama ihtiyacı bulunan alanlarda mısır gibi bitkilerin sulanmasında, ayırılmış karasu

kullanılmasının uygun bir çözüm olabileceğini belirtmişlerdir. Beş yıl sonra karasu uygulamasının çevreye olumsuz bir etkide bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Sulama kombinasyonlarında alternatif iyi bir uygulama olabileceğini aynı zamanda doğal gübre (zeytin karasuyu) kullanımı ile bitkisel üretimde, azot ve fosforun yarayışlılığında ve yoğun şekilde işlenen topraklarda organik karbonun artışı sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Magdich vd. (2012) zeytin üretim alanları üzerine püskürtülen karasuyun etkilerini belirledikleri 6 yıllık çalışmalarında, 50, 100 ve 200 m³ha⁻¹yıl⁻¹ dozlarını uygulamışlardır. Farklı derinliklerde zeytin verimi, fenolik bileşiklerin gelişimi, fitotoksite ve mikrobiyal sayımları yapmışlar ve uygulanan karasu seviyeleri ile verimde artma gözlemlemişlerdir. Toprak fenolik içeriğinin incelenen tüm katmanlarda, karasu seviyelerine bağlantılı olarak, giderek arttığını tespit etmişlerdir. Kontrolle karşılaştırdıklarında uygulanan en düşük dozda belirgin bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Tüm toprak katmanlarında turpun çimlenme indeksinin % 85'i aştığını, fakat domateste çimlenme testi değerlerinin uygulanan karasu miktarlarıyla azaldığını saptamışlardır. Tüm uygulamalarda, karasu miktarları ile mikrobiyal sayısının arttığını gözlemlemişlerdir. Toprak polifenol içeriği ve mikroorganizmalar arasında güçlü bir ilişki ve domates çimlenme indeksinde ise olumsuz ilişkinin olduğunu vurgulamışlardır.

Magdich vd. (2013) karasuyun, tarımda toprak düzenleyici ve gübre potansiyeli olarak değerlendirilmesini amaçladıkları çalışmalarında, birbirini takip eden üç yılda zeytin alanlarına, üç farklı doz (50,100 ve 200 m³ha⁻¹) denemişlerdir. Bulgularında, toprak reaksiyonunda (pH) azalma, elektriksel iletkenlik ve toprağın organik madde, toplam azot, sodyum ve potasyum içeriğinin, karasu konsantrasyonu ve uygulama sıklığı ile orantılı olarak arttığını saptamışlardır. Toprağın kalsiyum ve magnezyum içeriğinde yavaş artışlar kaydetmişler, fosfor içeriğinde ise bir fark gözlemlememişlerdir. Kontrol ile karşılaştırdıklarında, aerobik bakterilerin ve mantarların, karasuyun yayılan oranları ile orantılı olarak arttığını saptamışlardır. Temel bileşenler analizi sonucunda toprağın mineral elementleri ve mikroorganizmalar arasında güçlü bir korelasyon gösterdiğini, bu parametrelerin fosfor ve pH ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir.

Mekki vd. (2013) çalışmalarında artırılmamış, artırılmış ve bakteri kültürü eklenerek artırılmış karasuyu; toprak özelliklerine, tohum çimlenmesine ve bitki gelişimine etkisini araştırmışlardır. Artırılmış ya da artırılmamış karasuyun (50, 100 ve 200

$m^3ha^{-1}yil^{-1}$) dozlar arttığında su tutma kapasitesi, tuzluluk, organik karbon içeriği, humus, toplam azot, fosfor ve potasyum değerlerinde artış gözlemlenmiştir.

Chaari vd. (2014a) toprağa uygulanan arıtılmamış karasuyun toprak makro besin maddeleri ve fenolik bileşikleri üzerine uzun dönemdeki etkilerini belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Bu amaçla üç farklı doz karasuyu ($50-100-200 m^3ha^{-1}$) artarda dokuz yıl uygulamışlardır. Karasuyun artan dozlarıyla, 0-20 cm derinlikte, toprağın elektriki iletkenliğinin önemli derecede ($p \leq 0,05$) arttığını tespit etmişlerdir. Toprak sodyum absorpsiyon oranı (SAR) ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerlerinin, karasuyun tuzluluğu tarafından büyük oranda etkilendiğini belirtmişlerdir. Toprak organik maddesi karasuyun artan dozlarıyla kontrolde gözlemlenen % 0,068'den sırasıyla %0,2, %0,34, %0,48 arttığını ve yine karasu dozlarının artmasıyla azot, fosfor ve potasyumda giderek artış ve Ca^{+2} azalma gözlemlenmiştir. Fenolik bileşiklerdeki değişimlerini uygulanan dozlarla orantılı bulmamışlardır ve fenolik bileşiklerin seviyesini, kontrolle karşılaştırdıklarında, üst tabakada (0-40 cm) yüksek kaldığını belirtmişlerdir.

Fangueiroa vd. (2015) karasu (iki fazlı dekantörden elde edilen) ile süt ineği şerbetini/bulamacını ayrı olarak ve her ikisinin karışımı ile uygulanmasının; topraktaki azot ve karbon dinamiklerini araştırdıkları çalışmalarında, karasu+ şerbet kombine uygulamasının azot immobilizasyonuna neden olduğunu, dolayısıyla uygulanan azotun bağlanmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Şerbet uygulanmasından sonra ciddi düzeyde azotun yıkanmasını gözlemlenmiştir. C:N oranı 27 olan karasu+ şerbet karışımının; karasuyun $30 Mg ha^{-1}$ uygulanması, uygulanan şerbetten net N mineralizasyonunu azaltmak için yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Karışımın (karasu+ şerbetin) birlikte ya da ayrı olarak uygulanması ile deneme sonunda toprakta karasu kaynaklı karbonun % 40'tan fazlasının kaldığını, bu tür materyallerin toprakta C stoklarını artırma potansiyelinin olduğunu işaret etmişlerdir. Karasu+şerbet birlikte uygulaması uzun zaman periyodunda şerbet türevli organik forrndaki azotu korumakta ve nitratın yıkanması riskini en aza indirmede ilgili olduğu sonucuna varılabileceğini belirtmişlerdir.

Kokkora vd. (2015) mikrofiltrasyon ve makro gözenekli reçine ile arıtılmış karasuyu, mısır üretiminde, sıvı gübre potansiyelini araştırdıkları çalışmalarında, 25 ve 50 ton $ha^{-1} yıl^{-1}$ uygulamışlar ve bunu mineral gübrelere desteklemişlerdir. Karasuyun, bitkinin azot, fosfor ve potasyum ihtiyacını karşılama yeteneğinin olduğunu ve toprak azot, fosfor ve potasyum yarayırlılığını artırdığını ortaya koymuşlardır. Karasu yüksek oranlarda kullanıldığında toprakta sodyum ve

elektriksel iletkenliğin artma eğilimi olduğunu da belirtmişlerdir. Sürdürülebilir bir tarım için, karasu her yıl uygulanacaksa düşük doz ($25 \text{ t ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) ya da yüksek doz ($50 \text{ t ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) kullanılacaksa uygulamadan bir diğer yıl sonra kullanılmasını güvenilir bir yol olarak önermişlerdir.

Steinmetz vd. (2015) İsrail'de bir zeytin bahçesinde yürüttükleri çalışmalarında, karasuyu hem yazın hem de kışın uygulamışlardır. Karasu uygulamasında 12 ile 18 ay sonra, toprak-su etkileşimi, toprak fizikokimyasal parametreler, fenolik bileşikler ve toprak biyolojik aktivite belirlemişlerdir. Bütün uygulamalarda K^+ yüksek bulmuşlardır fakat diğer toprak özellikleri kontrolle karşılaştırıldığında karasuyun kış uygulamasını önermişlerdir. Yaz uygulamalarında ise on misliden daha yüksek toprak su geçirmezliği, üç kat daha düşük biyolojik aktivite ve dört misli daha yüksek fenolik bileşiklerin içeriği saptamışlardır. Sıcak mevsimlerde uygulandığında karasu bileşenlerinin, kış yağmurlarıyla, yıkanmaya ve bozulmaya uğramadığını belirtmişlerdir.

Belaqziz vd. (2016) karasuyun, fakir olarak nitelendirilen bir toprağa, doğrudan uygulamanın etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında, geleneksel ekstraksiyon proseslerinden elde edilmiş artırılmamış karasuyu $10 \text{ l m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ miktarında ve üst üste iki yıl uygulamışlardır. Sonuçta toprağın fizikokimyasal özelliklerinde (EC, Na^+ , K^+ , P, N, organik madde ve çözünebilir fenolik bileşikler) önemli bir artış ortaya çıktığını gözlemlemişlerdir. Kontrolle karşılaştırdıklarında işlenmiş toprağın EC 0,34'den 2,9'ye mS cm^{-1} artırmış olduğunu görmüşlerdir. Karasu yayıldıktan sonra toprakta besin elementlerinin miktarında, azot için %81, fosfor için %66 ve potasyum için %88 artış gözlemlemişlerdir. Fenolik bileşiklerin birikimi ve bitkilerdeki toplam peroksidaz aktivitesi artışının, karasuyun neden olduğu fizyolojik strese karşı koruyucu rolü olduğunu belirtmişlerdir. Karasu uygulamasından üç ay sonra mineral ve besin elementlerindeki zenginleşmenin azaldığını bu azalmanın çalışılan kireçli topraktaki biyodegradasyon (biyolojik parçalanma) ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Buna paralel olarak, toprak üst tabakasında çözünebilir fenolik bileşiklerin içeriğindeki bir artış bulunmuştur ve mısır bitkisinde gelişme etkin bir şekilde büyüme gözlemlemişlerdir. En başta yaprak yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, başak taze ve kuru ağırlığı, 100 tohum ağırlığı ve saman verimi gibi özelliklerinde belirgin biçimde iyileşme gözlemlemişlerdir. Bu yöntemin karasuyun kontrolsüz bertarafında, toprakların iyileştirilmesinde etkili bir strateji ve lokal bir gübreleme sağlayarak ekonomik bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Pamukta Azotlu Gübreleme İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Şahin ve Höyük (1991) Nazili-87 pamuk çeşidinin N isteğinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında 0, 10, 15 ve 20 kg N da⁻¹ uygulamalarında en yüksek verimi 10 kg N da⁻¹ düzeyinde olduğunu saptamışlardır.

Şahin ve Kıvılcım (1993) Nazilli koşullarında Nazilli M-503 pamuk çeşidinin azot ihtiyacını belirlemek üzere yaptığı çalışmalarında, dekara 0, 5, 10, 15 ve 20 kg saf azot kullanmışlardır. Artan azot dozlarının kütlü ve lif verimini 15 kg da⁻¹'a kadar arttırdığını; lif uzunluğu, lif inceliği, lif mukavemeti ve 100 tohum ağırlığı üzerine etkili olduğunu saptamışlardır.

Madejon vd. (1996) şeker pancarı şilempesi ve on farklı katı tarım atıklarıyla bir karışım hazırlamışlar ve yedi ay boyunca kompostladıktan sonra pamuğun gübrelemesinde kullanmışlardır. Petiollerin nitrat içeriğinde kontrole göre önemli farklılıklar gözlemlemişlerdir. Yine kontrole göre yüksek verim elde etmişler fakat lif kalitesinde önemli bir farklılık gözlemlememişlerdir.

Braschi vd. (2003), kireçli topraklarda nem ve organik maddenin fosfor yararlanılabilirliğine etkisini araştırdıkları çalışmalarında toprağın organik madde içeriği artırıldığında ekstrakte edilen fosforun miktarında toprağın su içeriğinden bağımsız olarak önemli derecede bir artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Düşük nem içeriğinde, organik madde uygulamalarının etkinliğini daha yüksek bulmuşlardır.

Hassan vd. (2003) orta elyaf ticari pamuk, verim ve verim parametrelerini incelemek için; azotu birinci sulama, çiçeklenme ve koza olgunlaşma dönemleri olmak üzere, üç aşamada vermişlerdir. On farklı azot dozunu (0, 56, 84, 112, 112, 140, 168, 168, 196 ve 224 kg N ha⁻¹) üç tekrarlamalı olarak uygulamışlardır. 168 kg N ha⁻¹ dozu diğerlerinden daha iyi sonuç verdiğini saptamışlardır. Bitki boyunun, bitki başına koza sayısının, koza ağırlığının ve kütlü pamuk veriminin arttığını ve 168 kg N ha⁻¹ dozun üç yıllık ortalamasında kütlü pamuk veriminde % 212,8 artışa neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

Blaise vd. (2004) 5 Mg ha⁻¹ çiftlik gübre uygulaması ile kütlü pamuk veriminin arttığını, hem azot hem de fosfor uygulamasının verimde önemli derecede artışla sonuçlandığını tespit etmişlerdir. Çiftlik gübresi uygulanmış parsellerde yeknesaklık ve çırçır randımanı değerlerinin uygulama yapılmamışlara göre daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Azot fosfor dengesinin parsellere azotlu ve

fosforlu gübre uygulanması ile olumlu sonuç verdiğini, potasyum dengesinin potasyumlu gübre uygulanmasına rağmen olumsuz sonuçlandığını, potasyum dengesini sadece çiftlik gübresi uygulandığında olumlu sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Çiftlik gübresinin çırçır randımanının artmasıyla ve besin dengesini korumasıyla lif verimini artırdığından çiftlik gübresi uygulamasının avantajlı olacağını belirtmişlerdir.

Mozaffari vd. (2004) farklı lokasyonda yürüttükleri azotlu gübre uygulamasının pamuk verimi ve yaprak sapı azot içeriğine etkisini araştırdıkları çalışmada 0, 40, 60, 80, 120 ve 200 lb N / acre dozunu Stonoville 4892 (ST 4892) ve Paymaster 1218 (PM 1218) çeşitlerinde uygulamışlar ve pamuk yaprak sapı NO^{-3} konsantrasyonu, çiçeklenme öncesi ilk haftadan itibaren ve çiçeklenme başlangıcından sonraki üçüncü haftasına kadar azaldığını belirtmişlerdir.

Oosterhuis vd. (2007) çalışmalarında azot kaynağı olarak, amonyum sülfat ve üre gübresini kullandıkları çalışmalarında 0, 60, 120 lb N/acre dozlarından, başlangıçta 20 lb N/acre amonyum sülfat, kalan her N dozundan ilk taraklanmada uygulamışlardır. Bütün parsellere toprak analizlerine göre 60 lb K_2O /acre vermişlerdir. Toprağa uyguladıkları artan azot dozlarını pamuk çiçeğinin azot içeriğinde bir artışla sonuçlandığını ve bu artışın çiçeğin boyutuyla ilgili olmadığını ortaya koymuşlardır. Çiçekte fosforun, potasyumun ve borun içeriğine azotun etkisi artan azotlu gübre dozlarıyla, azotun azalmasıyla ters olduğunu görmüşler ve bu ters korelasyonu azot artışıyla açıklamanın güç olduğunu fakat vejetatif büyümede azotun etkisinden dolayı bu azalmayı seyreltmenin etkisiyle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Diğer temel elementlere azotun ya çok az etkisinin olduğunu ya da herhangi bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır.

Reedy vd. (2007), yoğun tavukçuluk üretiminden ortaya çıkan kümes altlığın bertarafı ile ilgili sorunlara bir çözüm olması amacıyla, bu materyali pamuk gelişimi ve verimi açısından değerlendirmeye çalışmışlardır. Çalışmada azot kaynağı olarak, üre, kümes altlığı ve kompost yapılmış kümes altlığı, sırasıyla 40,80 ve 120 kg bitkiye yarıyışlı N ha^{-1} dozlarında kullanmışlardır. Üç azot kaynağının önemli ölçüde pamuk gelişimini ve lif verimini artırdığını gözlemlemişlerdir. Lif verimindeki artış ile bitki boyu, ana gövde boğum sayısı ve olgunlaşmış beyaz çiçek üstü boğum sayısındaki artışla bir korelasyon saptamışlardır. Üç azot kaynağı arasından, beş yıllık dönemde en yüksek lif verimini taze kümes altlığından 1492 kg ha^{-1} elde etmişlerdir ve kompost yapılmış kümes altlığından 1392 kg ha^{-1} üreden ise 1391 kg ha^{-1} lif verimi elde etmişlerdir.

Bitkisel üretimde üre gibi ticari azot kaynaklarının yerine kümes altlıklarının kullanılmasının artan miktarlardaki atığın bertaraf sorunu çözmeye yardımcı olacağını ortaya koymuşlardır.

Rochester (2007) pamuk tarafından besin alımını ve topraktan tohumla besinin taşınımını ölçtükleri çalışmalarında, yedi bitkinin lif verimini 975 ile 2725 kg lif ha⁻¹ aralığında değiştiğini saptamışlardır. Pamuk bitkisinde ortalama olarak 180 kg N ha⁻¹ (67- 403 aralığında), 27 kg P ha⁻¹ (18 – 43 aralığında), 167 kg K (88 - 264 aralığında), 41 kg S ha⁻¹, 160 kg Ca ha⁻¹, 36 kg Mg ha⁻¹, 7 kg Na ha⁻¹, 890 mg Fe ha⁻¹, 370 mg Mn ha⁻¹, 340 mg B ha⁻¹, 130 mg Zn ha⁻¹ ve 51 mg Cu ha⁻¹ biriktiğini saptamışlardır. Hasat edilen kütlü pamuktaki tohumun, ortalama olarak 93 kg N ha⁻¹ (38 - 189 aralığında), 18 kg P ha⁻¹ (8 -34 aralığında), 29 kg K ha⁻¹ (13-51 aralığında), 8 kg S ha⁻¹, 4 kg Ca ha⁻¹, 12 kg Mg ha⁻¹, 0.2 kg Na ha⁻¹, 136 g Fe ha⁻¹, 12 g Mn ha⁻¹ 41 g B ha⁻¹, 96 g Zn ha⁻¹ ve 20 g Cu ha⁻¹ kaldırdığını tespit etmişlerdir. Hektardan 1800 kg verim elde etmek için yaklaşık olarak tohumdan, P ve Zn'nin %70 oranında alındığını aynı zamanda N'nin % 52, Cu'nun % 38 Mg'nin %34, S'nin % 21, K'nın ve Fe'nin % 17, B'nin % 12 ve sadece Ca, Mn ve Na'nın % 3 oranında kaldırdığını saptamışlardır.

İrget vd. (2010) çalışmalarında diamonyum fosfat (DAP) 20:20:0, 15:15:15 ve 20:32:0 gibi farklı taban gübrelere pamuğun verimine ve azot, fosfor potasyum, magnezyum gibi besin elementi alımına etkisini ve pamuk bitkisinin gelişimi boyunca besin maddesi alımının seyrini ve miktarını incelemişlerdir. Araştırmalarının sonucunda, gübre uygulamalarının verimde ortalama % 14 kadar değişime neden olduğunu, tüm uygulamaların ortalaması olarak, farklı bitki kısımlarının (tüm bitki) 25.8 kg N da⁻¹, 8.6 kg P₂O₅ da⁻¹, 25.5 kg K₂O da⁻¹, 17.8 kg Ca da⁻¹ ve 5.2 kg Mg da⁻¹ kaldırdığını saptamışlardır. Kütlü pamuğun (lif+ çiğit) ise 14.5 kg N da⁻¹, 5.4 kg P₂O₅ da⁻¹, 5.0 kg K₂O da⁻¹, 1.6 kg Ca da⁻¹, 0.5 kg Mg da⁻¹ kaldırdığını belirtmişlerdir.

Bibi vd. (2011) çalışmalarında ise 6 farklı orta elyafli pamuk genotiplerine çeşitli azot seviyelerinin (0, 50, 100 ve 150 kg N ha⁻¹) tepkisini çalışmışlardır. Azot uygulaması ile bitki ağırlığını, bitki başına yan dallanmayı, bitki başına kozayı, koza ağırlığı ve kütlü pamuk verimini önemli derecede artırdığını bulmuşlardır. Fakat çeşitler arasında yüzde artışlarda farklılık olduğunu ve belirlenen çeşit için verilen parametrelerin maksimum değerini 150 kg N ha⁻¹ seviyesinden daha yüksekte gözlemlenmiştir.

Hakoomat ve Raheel (2011), yüksek verimli upland pamuk çeşitlerine azotlu gübre uygulayarak farklı verim ve verim bileşenlerini incelemişlerdir. Çalışmada farklı çeşitlere 0, 60, 110 ve 160 kg N ha⁻¹ dozlarını uygulamışlardır. Azot uygulaması; bitki boyunu, bitki nodlarının (ana saptaki yaprak ve dalların çıktığı nokta ya da boğum) sayısını, çiçek tomurcuklarını, yaprak alan indeksini, kuru ağırlığı, koza sayısını, meyve tutma oranını, kütlü pamuk verimini, çırçır randımanını ve lif uzunluğunu artırdığını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmayla pamuk verimi ve verim unsurları için en ideal dozu 160 kg N ha⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Seilsepour ve Rashidi (2011) Farklı oranlarda azotlu gübrenin verim ve verim bileşenlerine etkisini incelemek için İran'da yapılan çalışmada, 0, 100, 200, 300 kg N ha⁻¹ azot uygulamışlar koza sayısı, koza ağırlığı, kozanın kütlü ağırlığını, kütlü verimini ve lif verimini istatistiksel olarak önemli derecede ($p \leq 0.05$) artırdığını göstermişlerdir. Çalışma sonucunda en yüksek kütlü verimini 200 kg N ha⁻¹ dozuyla ve kütlü veriminde bu dozun % 19,6'lık bir artışla sonuçlandığını bulmuşlardır.

Zhao vd. (2012) azot oranları ile pamuğun bazı lif özellikleri (lif uzunluğu, mukavemeti, olgunluğu, lif inceliği) arasındaki ilişkileri belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, iki farklı pamuk çeşidi ve üç farklı azot (0, 240 ve 480 kg N ha⁻¹) dozu kullanmışlardır. Azotlu gübreleme lif kalitesini koza oluşturan yaprağın her birim alan başına azot konsantrasyonunun (NA) etkilenmesiyle etkilediğini saptamışlardır. Koza olgunlaşma sırasındaki günlük sıcaklık değerleri 21 °C 'den daha yüksek olduğunda 240 kg N ha⁻¹ uygulamada optimal lif uzunluğu, lif mukavemeti olgunluğu, ve uygun incelik gözlemlemişlerdir. Lif kalitesi için en ideal dozu 240 kg N ha⁻¹ dozda olduğunu, iklim nedeniyle kaynaklanacak streslerde çiçeklenme döneminden sonra azot takviyesinin olumlu etkide bulunacağını belirtmişlerdir.

Hernández-Cruz vd. (2015) ürenin (% 46 N) 0, 50, 100 ve 150 kg N ha⁻¹ dozlarını uyguladıkları çalışmalarında, hasat sırasında maksimum verimi ve toplam yaprak biokütlenin en yüksek birikimini 150 kg N ha⁻¹ uygulamasından sonra ulaşımlardır. Farklı azot uygulamalarında pamuk lif kalitesini etkilemediğini belirtmişlerdir. Endojen nitrat redüktaz aktivitesini 150 kg N ha⁻¹ uygulanan parseldeki bitkilerde en fazla bulmuşlardır ve bu bitkiler üzerinden yüksek verimi elde etmişlerdir.

Madani ve Oveysi (2015) azotun pamuk verim ve lif kalitesine yanıtını incelemek için iki yıllık çalışmalarında, dört farklı azot seviyesi (200, 300, 350 ve 400 kg N ha⁻¹) uygulamışlardır. Maksimum verim için azotlu gübrenin optimum oranı pamuğun lif özelliklerine daha iyi olan miktarından daha az olduğunu ortaya koymuşlardır. Fazla miktarda azotun lif verimini düşürdüğünü, Ayrıca sıcak hava çiçeklenme döneminden olgunlaşmaya kadar aşırı bitki büyümesi, yavaş meyvelenme ve erkencilik indeksinin azaldığını görmüşlerdir. Erkencilik indeksinin azota cevap olarak lif verimi ve lif kalitesi arasındaki olası dengeyi etkileyebileceğini de belirtmişlerdir.

Geng vd. (2016) polimer kaplı üre ve kükürtlü gübrelemenin pamuk verimine, yaprak enzim aktivitelerine ve inorganik azotun ve kükürtün yararıya etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında polimer kaplı ürenin, ilk çiçeklenme aşamasından ilk koza açma aşamasına kadar nitrojen azotunda ve amonyum azotunda önemli derecede artışa sebep olduğunu, tam koza aşamasında alınabilir kükürt içeriğinin önemli derecede arttığını belirtmişlerdir. Polimer kaplı üre ile sülfürün kombine kullanılmasının sadece pamuk verimini ve azot kullanımını artırmadığını aynı zamanda lif kalitesini ve yaprağın fizyolojik özelliklerini de geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Hu vd. (2016) koza gelişimi aşamasında, pamuk kozası oluşturan yaprakta azot metabolizması ile potasyumla gübreleme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında potasyuma tolerant ve potasyuma duyarlı iki pamuk çeşidi ve 3 farklı potasyum (0-4,5-9 g K₂O bitki⁻¹) dozu kullanmışlardır. Her iki çeşitte K beslenmesi altında kuru madde verimleri % 13,1–27,4 ve %11,2–18,5, koza biyokütlelerinde de 4,5 ve 9 g K₂O bitki⁻¹ uygulamasında önemli derecede artış gözlemlemişlerdir. Yaprak potasyum içeriği, yaprak azot ve nitrat içeriği değerlerini artan potasyum dozlarıyla arttığını ve yaprak azot ve nitrat içeriği ile yaprak potasyum içeriği arasında önemli derecede pozitif korelasyon belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı

Araştırma, Aydın ili Nazilli ilçesinde bulunan, Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü araştırma ve uygulama alanında, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanı, Orta Aşağı Büyük Menderes Havzasında, Nazilli'nin 5 km güneyinde, 37° 54' kuzey enleminde, 28° 20' doğu boylamında yer almakta olup deniz seviyesinden yüksekliği 60 m'dir.

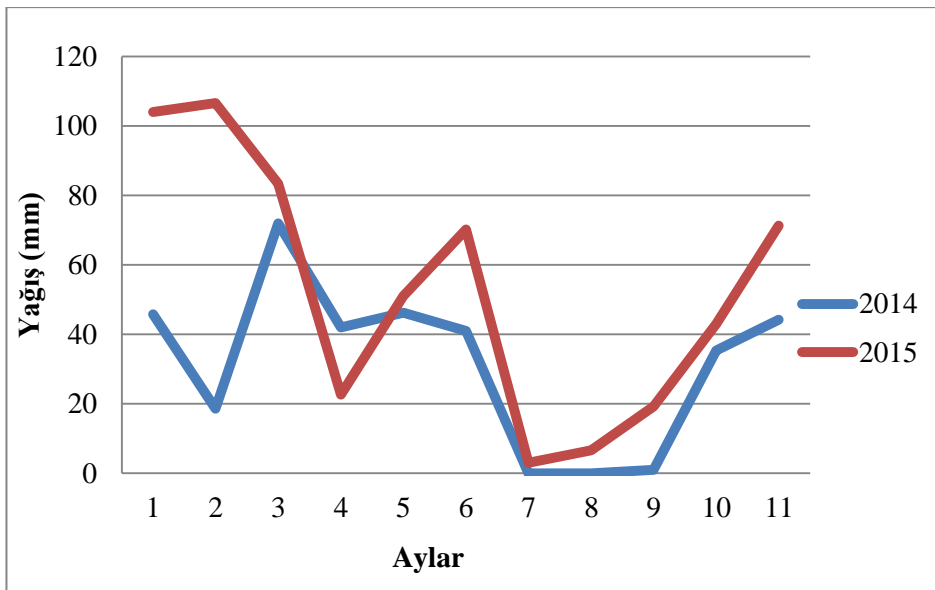
3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Nazilli ilçesi sıcak ve ılıman bir iklim yapısına sahip olup kış aylarında, yaz aylarından çok daha fazla yağış düşmektedir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Csa (Kışı ılık yazı sıcak ve kurak iklim / Akdeniz iklimi) (Anonim, 2016c) olarak adlandırılabilir. Aydın iline ait uzun yıllar bazı iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.1 incelendiğinde; yıllık ortalama sıcaklık 17,7 °C olup yıllık ortalama yağış miktarı ise 614 mm'dir

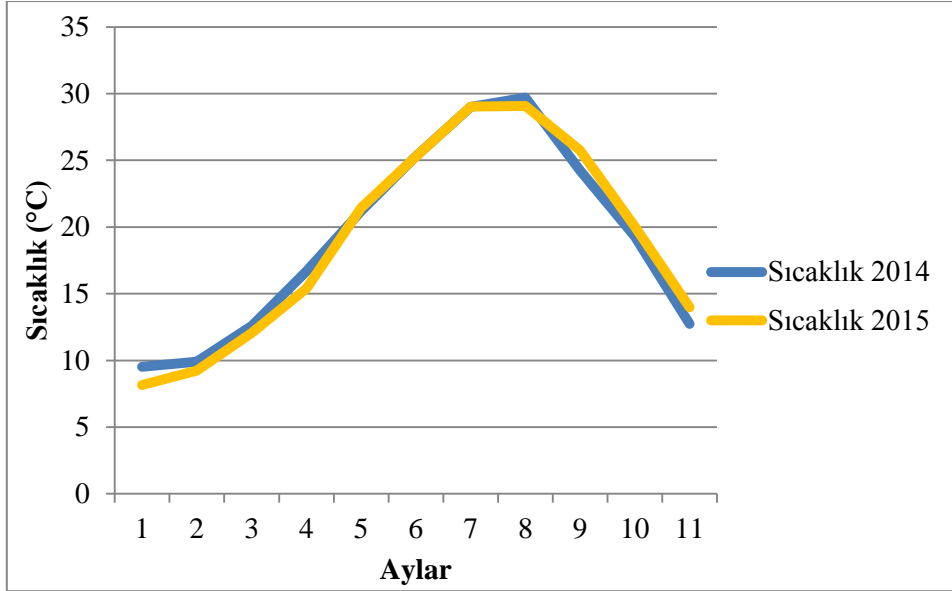
Çizelge 3.1. Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950 - 2014)
(Anonim, 2015a)

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg m ⁻²)
Ocak	9.7	13,2	5.8	108.2
Şubat	9.3	14.7	4.9	93.3
Mart	11.8	17.9	6.7	69.9
Nisan	15.8	22.5	10.1	53.3
Mayıs	20.9	28.1	14.1	35.5
Haziran	25.9	33.3	18.1	13.5
Temmuz	28.4	36.1	20.4	3.9
Ağustos	27.6	35.6	20.2	2.3
Eylül	23.5	31,9	16.6	12.9
Ekim	18.4	26.2	12.7	43.8
Kasım	13.3	19.7	8.7	83.9
Aralık	8.2	14.6	4.3	122.8

Araştırmanın yürütüldüğü 2014 ve 2015 yıllarına ait aylara göre yağış değerleri Şekil 3.1’de ortalama sıcaklık değerleri ise Şekil 3.2’de sunulmuştur. Pamuk ekiminin yapıldığı Mayıs ayında 2014 yılında toplam 46,2 mm yağış, 2015 yılında ise 51.0 mm yağış düşmüştür. Mayıs ayının uzun yıllar ortalaması ise 35,5 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3.1) Gelişme döneminden hasat dönemine kadar sürede (Mayıs-Aralık) 2014 yılında toplam 81.0 mm yağış, 2015 yılında ise 143.0 mm yağış kaydedilmiştir. Bu dönem uzun yıllar ortalaması ise 163.0 mm olarak belirtilmiştir. 2015 yılı üretim sezonu 2014 yılına göre daha yağışlı geçmiştir. (Şekil 3.1 ve Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. Nazilli ilçesine ait 2014 ve 2015 yılları yağış (mm) değerleri (Anonim, 2016d)



Şekil 3.2. Nazilli ilçesine ait 2014 ve 2015 yılları ortalama sıcaklık (°C) değerleri (Anonim, 2016d)

Araştırmanın ilk yılında (2014 yılı) pamuk ekiminin gerçekleştiği Mayıs ayında ortalama sıcaklıklar 20-25 °C arasında değişmiş olup, Haziran-Ağustos aylarında 29-30 °C arasında sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ağustos ayından sonra sıcaklıklar düşmeye başlamıştır. Hasadın gerçekleştirildiği Ekim-Kasım aylarında ise sıcaklık 20 °C ile 13 °C arasında değişiklik göstermiştir. 2015 yılında Mayıs ayında sıcaklıklar 22-25 °C Haziran – Ağustos aylarında ortalama 29 °C hasat döneminde ise yani Ekim – Kasım aylarında 20-14 °C arasında ölçülmüştür.

3.1.3 Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Araştırmada, deneme kurulmadan önce (karasu uygulama öncesi) alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Çizelge 3.2 incelendiğinde; araştırma alanı topraklarının kumlu-tın bünyeli ve hafif alkalin karakterli olduğu; tuzluluk problemi bulunmayan toprakların çok az düzeyde organik madde ve orta/fazla düzeyde kireç içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-30 cm)

		2014 yılı	2015 yılı
Kil	%	29.46	
Kum	%	60.95	
Silt	%	9.59	
pH		8.45	8.26
Toplam tuz	%	0.0187	0.0130
Kireç (CaCO ₃)	%	17.28	14.21
Organik madde	%	0.37	0.46
N	%	0.072	0.057
P	mg kg ⁻¹	8.98	12.50
K	mg kg ⁻¹	193	172
Na	mg kg ⁻¹	133	135

3.1.4 Karasu ve Özellikleri

Araştırmada kullanılan karasu zeytinyağı fabrikalarının lagünlerinden alınmıştır. Birinci yıl Bozdoğan İlçesi Haydere Mevki Aydınlar Tarım Ürünleri işletmesinden ve Koçarlı İlçesi Boydere Köyü Erdel Modern Zeytinyağı Fabrikası ve Tarımsal Ürünler San. Tic. Ltd. Şti. işletmesinden temin edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise Karacasu İlçesi Yenice Köyü Altınvadi Zeytinyağı Fabrikasından temin edilmiştir. Karasu, yaz sonunda (Ağustos) lagünlerden getirildikten sonra geniş bir alana yayılmıştır ve karıştırılarak kuruması sağlanmıştır. Kuruduktan sonra inceltilerek, elenmiştir. Eleme işlemi sonrası karasu uygulama yapıncaya kadar muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Eleme işlemi tamamlanınca oluşan yığının 30 farklı bölgesinden ve değişik derinliklerinden örnekler alınmış, iyice karıştırıldıktan sonra 1 kg'lık örnek elde edilmiş ve bu örnek analiz için kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan karasu materyalinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Kuruma aşamasında karasu keki



Şekil 3.4. İnceltmiş karasuyun elenmesi

Çizelge 3.3. Karasuyun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

		Yıl	
		2014	2015
pH	(%)	6,50	5,89
Tuz	(%)	0,67	0,39
Organik .madde.	(%)	20,10	37,90
N	(%)	1,86	1,17
C	(%)	11,66	21,98
C/N		6,27	18,78
P	(%)	0,24	0,19
K	(%)	3,25	1,90
Ca	(%)	0,55	0,30
Mg	(%)	0,432	0,235
Na	(%)	0,20	0,20
Fe	mg kg ⁻¹	0,106	0,078
Zn	mg kg ⁻¹	0,050	0,051
Mn	mg kg ⁻¹	0,0243	0,0225
Cu	mg kg ⁻¹	0,033	0,033

3.1.5 Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali ve Özellikleri

Araştırmada, Avustralya menşeli bir pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidi olan Carmen kullanılmıştır. Carmen geçici ve verimli bir çeit olup iyi lif kalite özelliklerine sahiptir. Solgunluk hastalığına (*Verticillium dahliae* Kleb.) oldukça toleranslıdır. Konik biçimli, palmiye yaprak şekli, tüylü gövde ve yaprak gibi morfolojik özellikler gösterir (Harem, 2014).

3.1.6. Araştırmanın Kimyasal Gübre Materyali

Araştırmada, azotlu gübre kaynağı olarak, % 21'lik amonyum sülfat ve % 33'lük amonyum nitrat; fosforlu gübre olarak, % 43-44'lük triple süper fosfat (TSP) ve potasyumlu gübre kaynağı olarak da, % 52'lik potasyum sülfat gübreleri kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma Konusu ve Tarla Deneme Tekniği

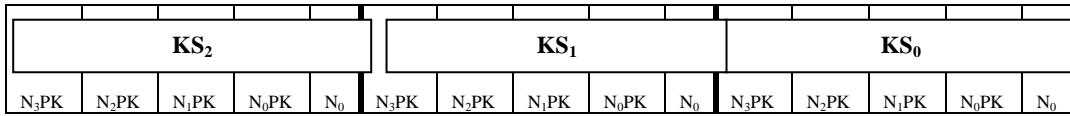
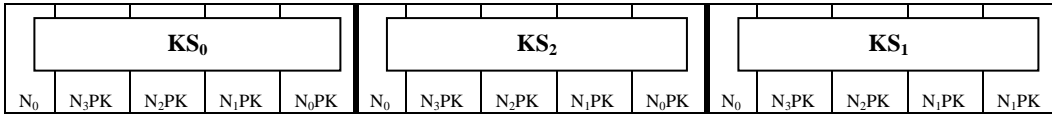
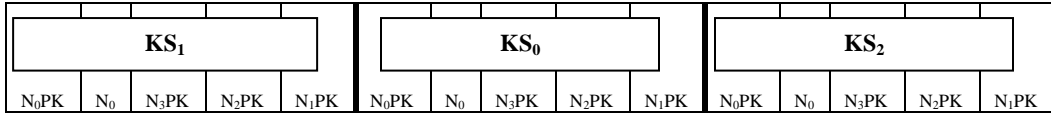
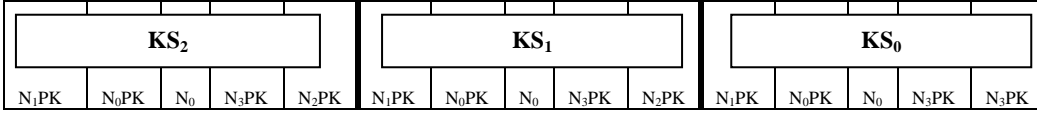
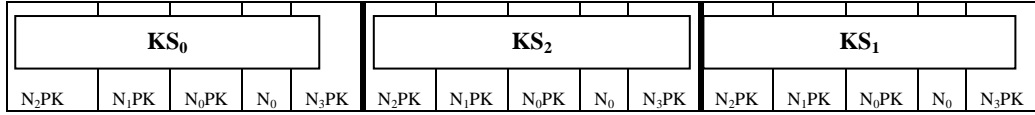
Araştırmada üç farklı karasu ($KS_0= 0 \text{ ton da}^{-1}$, $KS_1= 1.5 \text{ ton da}^{-1}$, $KS_2= 3 \text{ ton da}^{-1}$) dozu ile 4 farklı N ($N_0= 0$, $N_1= 5$, $N_2= 10$, $N_3= 15 \text{ kg da}^{-1}$) dozu ele alınmıştır.

Bununla birlikte P ve K tüm parsellere (kontrol hariç) 7 kg P₂O₅ da⁻¹ ve 7 kg K₂O da⁻¹ olmak üzere homojen olarak verilmiştir.

Araştırmada denemeler, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve deneme çakılı olarak yürütülmüştür. Denemede, ana parsellere karasu dozları, alt parsellere ise N dozları yerleştirilmiştir. Pamuk bitkisi, 70 cm sıra arası mesafede ve her bir parselde 8 sıra halinde ekilmiş olup, parsel boyu 6 m olarak tutulmuştur. Her parsel arasında 1.4 m, her blok arasında ise 2 m mesafe bırakılmıştır (Şekil 3.5).

3.2.2 Karasuyun Uygulanması

Yaz ve sonbahar döneminde kurutulup inceltilen ve elenerek hazır hale getirilen karasu; araştırmada belirlenen dozlara göre her parsel için ayrı ayrı tartılmış ve yine dozlara göre belirlenen parsellerde toprak yüzeyine serpilmiştir (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Daha sonra, toprak frezesi ile toprağa karıştırılması sağlanmıştır (Şekil 3.8). Buna göre araştırmanın ilk yılında 25 Mart 2014 tarihinde, ikinci yılında ise 6 Nisan 2015 tarihinde karasu uygulaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Araştırmada uygulanan tarla deneme tekniğinin şematik görünümü



Şekil 3.6. Karasuyun uygulanması



Şekil 3.7. Karasuyun uygulanması



Şekil 3.8. Karasuyun toprağa karıştırılması

3.2.3. Ekim Öncesi Toprak Hazırlığı ve Ekim

Denemenin alt konularını oluşturan azot dozlarını uygulayabilmek amacıyla alt parselasyon işlemi yapılmıştır. Araştırmada belirlenen azotlu gübre dozlarına göre tartımı yapılan azotlu gübrenin yarısı ekimle birlikte toprağa uygulanmıştır. Azotlu gübrenin kalan yarısı ise, birinci sulama öncesi amonyum nitrat formunda pamuk bitkisine verilmiştir. Buna göre azotlu gübrenin ilk yarısı; birinci yıl 10 Mayıs 2014 tarihinde, ikinci yıl ise 12 Mayıs 2015 tarihinde uygulanmıştır. Fosfor ve potasyumun tamamı ekimden önce açılan sıralara banda verilmiştir. Pamuk ekimi, mekanik ekici ayaklara sahip mibzerle yapılmış olup, her iki yılda da 13 Mayıs tarihinde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Bakım İşlemleri

Sulama işleminde, uygulanan gübrelere parsellere karışmasını önlemek amacıyla parseller sedde ile çevrelenmiş ve buna göre tava usulü sulama yapılmıştır. Her bir parsel eşit olacak şekilde; 2014 yılında, beş kez; 2015 yılında ise, pamuğun

gelişme dönemlerinde yoğun yağışların meydana gelmesine bağlı olarak, dört kez sulama yapılmıştır.

İlk çıkıştan sonra bitkiler 10-15 cm boya ulaştığında, her sırada 30 adet bitki (240 bitki parsel⁻¹) olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır.

3.2.5. Hasat

Hasat sırasında parsel kenarlarından birer sıra, parsel başı ve sonundan ise 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmış ve kalan bitkiler hasat edilmiştir. Hasat her iki yılda da 2 defada ve elle yapılmıştır. Buna göre; 2014 yılında I. el hasat 22 Ekim 2014, II. el hasat 15 Aralık 2014 tarihlerinde; 2015 yılında ise I. el hasat 5 Kasım 2015, II. el hasat 23 Kasım 2015 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. İncelenen Bitkisel Özelliklere Ait Gözlem, Ölçüm, Tartım ve Analiz Yöntemleri

3.2.6.1. Kütlü verimi (kg da⁻¹)

I. ve II. el hasatta elde edilen kütlü pamuk miktarları tartılmış, toplam kütlü verimi parsel alanı dikkate alınarak dekara verimler hesaplanmıştır.

3.2.6.2. Erkencilik oranı (%)

Birinci el hasat, kozaların yaklaşık % 60'ının koza açım döneminde ilk elle toplanan kütlü pamuk miktarının, toplam kütlü pamuk (I. el + II. el) miktarına oranlanması ile elde edilmiş olup; hesaplanmasında, Eşitlik 1'den (Gencer ve Yelin 1983) yararlanılmıştır.

$$\text{Erkencilik oranı (\%)} = \frac{\text{Birinci elde toplanan kütlü pamuk}}{\text{Toplam kütlü pamuk}} \times 100 \quad (1)$$

3.2.6.3. Koza sayısı (adet bitki⁻¹)

Hasat olgunluğuna gelen bitkilerde, her parselde rastgele seçilen 20 adet bitkide, açmış ve hasat edilebilecek kozaların sayılması ile elde edilmiştir.

3.2.6.4. K r koza sayısı (adet bitki⁻¹)

Hasat sırasında, her parselden rastgele seçilen 20 adet bitkide, aamayan/bozulmuş kozaların sayılmasıyla elde edilmiştir.

3.2.6.5. Bitki boyu (cm)

Hasat sırasında, her parselden rastgele seçilen 20 adet bitkide, bitkilerin toprak yüzeyinden ana sap üzerindeki en üst büyüme noktasına kadar olan kısım ölçülerek bulunmuştur.

3.2.6.6. Meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹)

Hasat sırasında, her parselden rastgele seçilen 20 adet bitkide, bitkilerin odun dalından sonraki tepe noktasına kadarki meyve dalları sayılarak bulunmuştur.

3.2.6.7. Odun dalı sayısı (adet bitki⁻¹)

Hasat sırasında, her parselden rastgele seçilen 20 adet bitkide, ana gövde üzerinde oluşan birincil odun dalları sayılarak ortalaması alınmıştır.

3.2.6.8. Tek koza kütlü ağırlığı

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 50 adet bitkide, açmış 50 adet kozanın, tartılıp ortalamasının alınmasıyla bulunmuştur.

3.2.6.9. 100 Tohum ağırlığı (g)

Kütlü pamuğun ırırlanması ile elde edilen tohumlardan rastgele 100 adetlik 4 örnek ayrılmış; 0.01 g duyarlı terazide tartılıp, ortalaması alınarak bulunmuştur.

3.2.6.10. Çırçır randımanı (%)

Hasattan sonra her parselden alınan kütlü pamuklar, roller-gin ırır makinesinde ırırlanmış, lif ve iğit (tohum) olmak üzere ikiye ayrılarak tartılmış ve Eşitlik 2 (Emiroğlu, 1970) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{ırır randımanı (\%)} = \frac{\text{Lif ağırlığı (g)}}{\text{Lif ağırlığı (g)} + \text{tohum ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (2)$$

3.2.6.11. Lif kalite analizleri

Hasat olgunluğuna gelen bitkilerden, her parselden bitki gövdesi orta kısmında ve birinci pozisyondaki 50 adet koza tek tek toplanmıştır. Roller-gin ırır makinesinde ırırlanan kütlü örneklerinden elde edilen liflerin Uster HVI cihazında analiz edilmesiyle; lif uzunluğu (mm), lif kopma dayanıklılığı (g tex⁻¹) ve lif inceliği (mic) değerleri elde edilmiştir.

3.2.6.12. Bitki örneklerinin kimyasal analizleri

Bitki örneklerinde; toplam azot, Kjeldahl yöntemi ile (Bremner, 1965); fosfor, yaş yakma ile elde edilen bitki ekstraktında spektrofotometre ile vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre (Kacar ve İnal, 2010); potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum, yaş yakma metodu ile analize hazır hale getirilen örneklerdeki potasyum, kalsiyum ve sodyum örnekleri flame fotometre cihazında, magnezyum ise atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazında belirlenerek (Kacar ve İnal, 2010); toplam fenol içeriği, gallik asit eşdeğeri olarak ve modifiye edilmiş Folin-Ciocalteu yöntemiyle (Singleton vd., 1999) belirlenmiştir.

3.2.7. Toprak Analiz Yöntemleri

Çalışmanın yapıldığı 2014 ve 2015 yıllarında 0-30 cm derinlikten toprak burgusu ile karasu uygulama öncesi, ekim sonrası ve hasat dönemi olmak üzere üç defa toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

3.2.7.1. Toprak tekstürü

Toprak tekstürü (bünye) Bouyoucos hidrometre yöntemi ile % kum, % kil ve % silt miktarları belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951)

3.2.7.2 Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak reaksiyonu 1:2,5 toprak: su süspansiyonunda pH metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1958)

3.2.7.3. Toplam eriyebilir tuz

Toprak saturasyon ekstraktında EC metre ile mS cm^{-1} olarak ölçülmüş ve sonuçlar % tuza çevrilmiştir (Rhoades, 1982). Sonuçların sınıflandırılması Soil Survey Staff (1951) kriterlerine göre belirlenmiştir.

3.2.7.4. Kireç

Toprak örneklerinin kireç (CaCO_3) içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volumetrik olarak ölçülmüştür ve sonuçlar % CaCO_3 olarak hesaplanmıştır (Çağlar, 1949).

3. 2.7.5. Suda çözünebilir organik madde

Toprakların suda çözünebilir organik madde içeriği Ghani vd. (2003) tarafından modifiye edilen ve Haynes ve Francis (1993)'in geliştirdiği metoda göre belirlenmiştir.

3.2.7.6. Toplam azot

Toprakların toplam azot içeriği Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir. (Bremner, 1965)

3.2.7.7. Alınabilir fosfor

Analize hazır hale getirilmiş toprak örnekleri Olsen metoduna göre pH'sı 8.5'e ayarlı 0.5 M sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte fosfor spektrofotometre ile belirlenmiştir (Olsen ve Dean, 1965).

3.2.7.8. Değişebilir K, Ca, Na ve Mg

Analize hazır hale getirilmiş toprak örnekleri 7.0'a ayarlı 1N Amonyum asetat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte K, Ca ve Na flamefotometrede; Mg Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile belirlenmiştir (Kacar, 2009).

3.2.7.9 Toplam fenol

Toprakların toplam fenol içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir. (Box, 1983)

3.2.8 Karasuda Yapılan Analizler

Karasuyun; pH'sı, 1:5 karasu: su süspansiyonunda pH metre ile (Jackson, 1962); elektriksel iletkenlik, karasu saturasyon ekstraktında EC metre ile ölçülerek (Richards,1954); toplam azot, Kjeldahl yöntemi ile (Bremner, 1965); organik madde, Walkley ve Black yöntemine göre (Walkley ve Black, 1934); fosfor, kuru yakma yapılmış örneklerde vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre (Kacar ve İnal, 2010); potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum, kuru yakma sonucunda örneklerde potasyum, sodyum ve kalsiyum flame fotometrede, magnezyum atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunarak (Kacar, 2009) belirlenmiştir.

3.2.9. Stres Analizleri

3.2.9.1. Membran stabilitesi

Taze yaprak örneklerinden 1 cm çapında 20'şer tane disk alınmıştır ve üç kez saf su ile yıkanmıştır. Diskler anber renkli ağzı kapaklı şişelere yerleştirildikten sonra üzerine 40 ml saf su ilave edilmiştir ve 24 saat çalkayıcıda bırakılmıştır. Süre sonunda EC metre ile EC1 değeri ölçülmüştür. Ardından örnekler 20 dakika 120 °C de otoklavlanmıştır. Süre tamamlanınca oda sıcaklığına geldiğinde EC2 değeri ölçülmüştür ve $\frac{EC1}{EC2} \times 100$ formül yardımıyla EC değeri % olarak hesaplanmıştır (Lutts vd., 1996).

3.2.9.2. Prolin

Prolin ekstraksiyonu ve tayini Bates vd. (1973)' na göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Yaprak örnekleri sülfosalisilik asit içinde homojenize edilmiştir. Homojenat süzüldükten sonra 2 ml filtrat alınarak üzerine 2 ml asit- ninhidrin çözeltisi ve 2 ml glasiyal asetik asit ilave edilerek 1 saat 100 °C su banyosunda inkübe edilmiştir. Süre sonunda reaksiyon buz banyosunda durdurulmuştur. Daha sonra örneklere 4 ml toluen eklenerek vortekslenmiştir. Toluene fazı aspire edilerek 520 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuş ve $((\text{mg prolin/ml toluen})/115.5\text{mmol})/((\text{g örnek}) /5)$ formülü ile hesaplanarak sonuçlar mmol prolin/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.11. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen tüm bulguların değerlendirilmesi JMP 10 istatistik programı aracılığı ile yapılmıştır. İstatistik analizler için Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme desenine göre model uygulanmıştır. Varyans analizleri, faktörlerin önem seviyeleri $p < 0,05$ olasılık değerine göre en küçük önemli fark (LSD) belirlenerek oluşturulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Verim ve Verim Unsurları

Kütlü veriminin yıllara bağlı olarak değişim göstermesi ve bu değişimin istatistiksel açıdan önemli olması nedeniyle bu çalışmaya ait tüm özellikler yıllara göre ayrı ayrı incelenmiştir.

4.1.1. Kütlü Verimi

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında saptanan pamuk kütlü verimine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü yıllar birlikte incelendiğinde yıl, karasu, karasu*azot interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Varyans analizini yıllara göre ayrı ayrı incelediğimizde ise 2014 yılında azot ($p < 0.05$) ve karasu*azot interaksiyonu ($p < 0.01$), 2015 yılında ise sadece karasu*azot intraksiyonu ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan pamuk kütlü verimine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	303340	1792
Azot	4	4895 *	491
Karasu × Azot	8	12772 **	3160 *
Hata	8	10047	1344
Birleştirilmiş (2 yıl)			
Yıl	1	267779*	
Karasu	2	22211 *	
Yıl × Karasu	2	9921	
Hata	16	5696	
Azot	4	2665	
Yıl × Azot	4	2721	
Karasu × Azot	8	5168*	
Yıl × Karasu × Azot	8	10765 **	
Hata	96	1227	

Çizelge 4.2’de 2014 ve 2015 yıllarına ait kütlü pamuk verim değerleri ve bunlara ait LSD değerleri verilmiştir.

Çalışmanın birinci yılı karasu uygulamalarına göre incelendiğinde, artan karasu dozları kütlü pamuk veriminde artışa neden olmuştur. Fakat bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Karasu uygulamasında en yüksek verim 577 kg da^{-1} ile KS_1 ($1,5 \text{ t da}^{-1}$) dozundan yani dekara 1,5 ton karasu uygulamasından elde edilmiştir. Bunu dekara 3 ton uygulanan KS_2 (3 t da^{-1}) dozu 571 kg da^{-1} ile takip etmiştir ve en düşük verim ise 511 kg da^{-1} ile karasu uygulaması yapılmayan KS_0 (0 t da^{-1}) uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 ’ de ise % 12,9 oranında, KS_2 ’de % 11,74 oranında bir artış görülmüştür.

Çalışmanın birinci yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek kütlü veriminin 574 kg da^{-1} ile N_3PK (15 kg N da^{-1}) dozundan elde edildiği görülmektedir. Bu değeri 572 kg da^{-1} ile N_2PK (10 kg N da^{-1}), 541 kg da^{-1} ile N_1PK (5 kg N da^{-1}) dozu izlemiştir. En düşük verim ise 532 kg da^{-1} ile N_0 (kontrol) dozundan elde edilmiştir. N_0 uygulamasına göre N_3PK uygulamasında % 7,9 oranında, N_2PK ‘de % 7,5 oranında, N_1PK ’de ise % 1,7 oranında artış kaydedilmiştir. N_0PK uygulamasından ise ortalama 544 kg da^{-1} verim elde edilmiş ve N_0 dozuna göre N_0PK ’de % 2,3 oranında bir artış gözlenmiştir. Azot dozu arttıkça verimde artış gözlenmiştir ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. N_0PK uygulamasına göre incelendiğinde KS_0 ’a göre KS_1 ’de % 15,12 oranında artış KS_2 ’de % 6,81 azalma meydana gelmiştir.

Çalışmanın birinci yılında kütlü pamuk verimi açısından karasu \times azot interaksiyonu istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur. Karasuyun uygulanması verimde olumlu etki göstermiştir aynı zamanda azot uygulamasıyla verimde artış gözlemlenmiştir. En yüksek kütlü pamuk verimi $\text{KS}_1 \times \text{N}_3\text{PK}$ 645 kg da^{-1} ile elde edilmiştir. En düşük verim $\text{KS}_0 \times \text{N}_1\text{PK}$ 485 kg da^{-1} ile elde edilmiştir.

Karasu uygulamaları açısından çalışmanın ikinci yılı incelendiğinde, karasu dozları arttıkça pamuk veriminde bir artış meydana getirdiği görülmüştür, fakat bu artış istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. En yüksek kütlü verimi 478 kg da^{-1} ile KS_2 dozundan elde edilmiştir. Bunu 470 kg da^{-1} ile KS_1 takip etmiştir. En düşük verim ise 461 kg da^{-1} ile KS_0 dozdan elde edilmiştir. Karasu dozu arttıkça verimde artış gözlenmiştir. KS_0 ’a göre KS_1 ’de % 1,95 oranında KS_2 ’de ise % 3,7 oranında bir artış gözlenmiştir.

Çalışmanın 2015 yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek verim 477 kg da⁻¹ ile N₃PK dozundan, en düşük verim 461 kg da⁻¹ ile N₂PK (10 kg da⁻¹) dozundan elde edilmiştir. N₀ uygulamasından ise 471 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. N₀ uygulamasına göre N₃PK uygulamasında % 1,17 oranında artış elde edilmiştir. N₀PK uygulamasına göre incelendiğinde KS₀'a göre KS₁'de % 2,96 oranında azalma KS₂'de % 0,63 artma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait kütlü pamuk verimleri (kg da⁻¹)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	517	488	591	532 b	411	499	504	471
N ₀ PK	529	609	493	544 ab	473	459	476	469
N ₁ PK	485	557	581	541 b	471	461	471	467
N ₂ PK	536	586	596	572 a	462	461	460	461
N ₃ PK	486	645	592	574 a	485	467	478	477
Ort.	511	577	571	553	461	470	478	469
LSD KS	-				-			
LSD N	31,66				-			
LSD KSxN	54,84				32,18			

Elde edilen bulgulara göre artan karasu dozları kütlü pamuk veriminde artışa neden olmuştur. Karasuyun olumlu etkisi görülmüş olsa da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Denemenin birinci yılında kontrol (KS₀) uygulamasına göre 1,5 t da⁻¹ (KS₁) ve 3 t da⁻¹ (KS₂) uygulamasının verimi artırdığı, fakat KS₁ uygulamasındaki artışın KS₂'ye göre yüksek olduğu saptanmıştır. İkinci yıl ise verimler karasuyun artan dozlarıyla doğrusal olarak artmıştır. Verimde elde edilen bu sonuçlar bazı araştırmacıların (Rinaldi vd., 2003; Brunetti vd., 2007 buğdayda; Hanifi ve El Hadrami 2008; Kokkora vd. 2015a; mısırdada; Saadi vd., 2007) farklı bitki türlerinde, karasu uygulamasının verim üzerine etkisi ile ilgili elde ettikleri sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

Azot uygulamaları göz önüne alındığında ilk yıl azotun verimde etkisi belirgin olarak görülmüştür ve istatistiksel bir değer taşıdığı da belirlenmiştir. Kontrol (N₀) uygulamalarına göre azot arttıkça verimde artış meydana gelmiştir. N₃PK dozu ile en yüksek verim yakalanmıştır, diğer uygulanan dozlar da kontrol dozuna göre

verimde artış meydana getirmiştir. İkinci yıl ise azot dozları artıkça verimde kontrole göre N₃PK dozuna kadar bir azalma meydana gelirken, N₃PK dozunda kontrole göre % 1,17 oranında artış görülmüştür. Elde edilen bulgular farklı araştırmacıların (Kimball ve Mauney, 1993; Bell vd., 2003; Prasad ve Siddique, 2004; Salemm vd., 2010; Seilsepour ve Rashidi, 2011) azotun pamukta etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur.

4.1.2. Koza Sayısı

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında saptanan koza sayısına ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır, 2015 yılında ise azot önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı karasu ve azot dozları uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan koza sayısına ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,49	62,92
Azot	4	2,35	14,07 *
Karasu × Azot	8	2,18	4,27
Hata	8	3,26	15,05

Çizelge 4.4'te 2014 ve 2015 yıllarına ait koza sayılarına ilişkin ortalama ve LSD değerleri verilmiştir.

2014 yılında karasu uygulamaları bakımından KS₁ dozundan 12,20 adet ile en yüksek ortalama koza sayısı elde edilmiştir, bunu 12,04 adet koza ile KS₂ dozu takip etmiştir. En düşük verim ise KS₀ dozunda 11,92 adet koza sayısı ile elde edilmiştir. KS₀ uygulamasına göre KS₁'de % 2,35 oranında KS₂'de % 1,01 oranında artış gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın birinci yılı azot uygulamaları bakımından incelendiğinde, en yüksek koza sayısı 12,67 adet ile sadece fosfor ve potasyum uygulamasından yani N₀PK dozundan elde edilmiş, bunu 12,13 adet ile N₂PK dozu izlemiştir. En düşük ortalama koza sayısı 11,60 adet ile N₀ uygulamasından elde edilmiştir. N₀ dozuna

göre N₁PK % 3,44 oranında, N₂PK'de % 4,57 oranında ve N₃PK'de % 2,33 oranında artış gözlenmiştir. N₀ uygulamasına göre ise N₀PK'de % 9,22 artış gözlenmiştir. Sonuçta elde edilen bu değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

2015 yılında karasu uygulamaları bakımından incelendiğinde, en yüksek koza sayısı KS₂ dozundan bitkide 17,76 adet koza ile elde edilmiştir, bunu 15,05 adet koza ile KS₁ dozu takip etmiştir. En düşük verim ise KS₀ dozundan 14,97 adet koza sayısı ile elde edilmiştir. KS₀ uygulamasına göre KS₁ uygulamasında % 0,53 oranında, KS₂ uygulamasında ise % 18,63 oranında bir artış meydana gelmiştir.

2015 yılı sonuçlarına göre azot uygulamaları bakımından en yüksek ortalama bitki koza sayısı 17,33 değeri ile N₃PK dozundan elde edilmiş, bunu 16,53 ortalama koza sayısı ile N₁PK dozu izlemiştir. En düşük ortalama koza sayısı sadece fosfor ve potasyum uygulanan yani N₀PK dozundan 14,99 adet ile elde edilmiştir. N₀ dozuna göre N₀PK dozunda % 2,85 oranında bir azalma görülmüştür. N₀ dozuna göre N₁PK % 7,13 oranında, N₃PK'de % 12,31 oranında artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait koza sayıları (adet bitki⁻¹)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	11,80	11,00	12,00	11,60	14,45	13,30	18,54	15,43b
N ₀ PK	12,80	13,40	11,80	12,67	14,18	14,02	16,78	14,99b
N ₁ PK	11,20	12,20	12,60	12,00	14,96	16,00	18,62	16,53ab
N ₂ PK	12,40	12,40	11,60	12,13	14,76	14,38	16,96	15,37b
N ₃ PK	11,40	12,00	12,20	11,87	16,52	17,56	17,90	17,33a
Ort.	11,92	12,20	12,04	12,05	14,97	15,05	17,76	15,93
LSD KS	-	-	-	-	-	-	-	-
LSD N	-	-	-	-	-	1,61	-	-
LSD KS x N	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar değerlendirildiğinde, karasu uygulamaları kontrole (KS₀) göre koza sayısında değişime neden olsa da istatistiksel açıdan her iki yılda önemsiz bulunmuştur. Karasu uygulamalarında ikinci yılda bitkideki koza sayısı birinci yıla göre daha fazladır. Bu durumun yıllara göre iklimsel farklılıklardan ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Azot açısından değerlendirildiğinde, birinci yıl değişimler meydana gelse de etkisi belirgin değildir ve önemsiz bulunmuştur. İkinci yıl ise koza sayısına azotun etkili olduğu görülmüştür. Azotun koza sayısına olumlu etkisi daha önce yapılan çalışmalarla (Jackson ve Gerik, 1990; Boquet vd., 1993; Oosterhuis ve Steger, 1998; Sawan vd., 2006; Qin ve Liu, 2012;) uyumluluk göstermektedir. Mert vd (1999) azot uygulamasının koza sayısına etki etmediğini vurgulamışlardır.

4.1.3. Bitki Boyu

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında çiçeklenme döneminde saptanan bitki boyuna ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır, 2015 yılında ise karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında çiçeklenme döneminde ölçülen bitki boyuna ait varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	81,8	284,9 *
Azot	4	27,8	0,5
Karasu × Azot	8	38,2	23,9
Hata	8	68,1	13,3

Çizelge 4.6'da 2014 ve 2015 yıllarına ait çiçeklenme (% 60 çiçeklenme) döneminde bitki boyu verilerine ilişkin ortalama değerler ve LSD değerleri verilmiştir.

2014 yılında en yüksek bitki boyu 90,12 cm ile KS_2 dozundan, en düşük bitki boyu ise 86,93 cm ile KS_0 dozundan elde edilmiştir. Karasu dozu arttıkça bitki boyunda da artış gözlenmiştir fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. KS_0 ' a göre KS_1 uygulamasında % 3,54 oranında bir artış gözlemlenirken, KS_2 uygulamasında % 3,67 oranında bir artış görülmüştür.

Çalışmanın birinci yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek bitki boyu 90,91 cm ile N_2PK dozundan, en düşük bitki boyu 88,02 cm ile N_0 dozundan

elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda farklılık gözlenmede istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın birinci yılı karasu \times azot interaksiyonuna açısından incelendiğinde, en yüksek bitki boyu 93,78 cm ile $KS_1 \times N_1PK$ uygulamasından en düşük bitki boyu ise 84,76 cm ile $KS_0 \times N_3PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

2015 yılı verileri karasu dozları açısından incelendiğinde, en büyük bitki boyu 85,63 cm ile KS_2 dozundan elde edilmiş, bunu 80,67 cm ile KS_1 dozu takip etmiştir. En düşük bitki boyu ise 79,20 cm ile KS_0 dozundan elde edilmiştir. KS_0 'a göre KS_1 'de % 1,86 oranında KS_2 'de ise % 8,12 oranında bir artış gözlemlenmiştir. Sonuçta artan karasu dozlarıyla ilişkili olarak bitki boyunun arttığı ve oluşan farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Azot uygulamaları bakımından denemenin ikinci yılı değerlendirildiğinde en büyük bitki boyu 82,05 cm ile N_3PK dozundan, bunu 81,95 cm ile N_2PK dozu takip etmiştir. En düşük bitki boyu değeri 81,57 cm ile N_0 dozunda gözlemlenmiştir. Azotlu gübrelerin uygulanması bitki boyunda düzenli fark oluştursa bile istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılı karasu \times azot interaksiyonuna açısından incelendiğinde, en yüksek bitki boyu 87,20 cm ile $KS_2 \times N_0PK$ uygulamasından en düşük bitki boyu ise 76,62 cm ile $KS_0 \times N_2PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar farklılık gösterse de istatistiki olarak önemli değildir.

Çizelge 4.6. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait çiçeklenme döneminde ölçülen bitki boyu (cm)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	87,38	88,00	88,67	88,02	78,74	80,90	85,08	81,57
N ₀ PK	86,94	91,62	86,05	88,20	80,70	77,58	87,20	81,83
N ₁ PK	84,92	93,78	91,38	90,03	79,14	81,42	84,74	81,77
N ₂ PK	90,66	88,30	93,76	90,91	76,62	84,06	85,16	81,95
N ₃ PK	84,76	88,35	91,00	87,94	80,78	79,40	85,98	82,05
Ort.	86,93	90,01	90,12	89,02	79,20b	80,67b	85,63a	81,83
LSD KS	-	-	-	-	2,37	-	-	-
LSD N	-	-	-	-	-	-	-	-
LSD KS x N	-	-	-	-	-	-	-	-

Denemenin her iki yılında da karasu dozları arttıkça bitki boyunda artış belirlenmiş, fakat birinci yıl meydana gelen artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İkinci yıl bitki boyunda artışın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Rusan vd. (2016) ise karasu uygulaması ile mısır bitkisinin boyunda azalma kaydetmişler ve bu sonuca tuzluluğun neden olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise karasu bitkinin gelişiminde inhibe edici bir etki göstermediğinden, bitki boyunda bir gerileme gözlenmemiştir. Sui ve Thomasson, (2006); Yin vd., (2011); Yin vd. (2012) bitki boyunun ve bitki büyüme oranının bitkinin sağlık durumu ve verim potansiyelinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Mekki vd. (2006) karasuyun nohut ve bakla bitkilerinin boyunda artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Hanifi ve El Hadrami (2008) karasu uygulaması ile mısır bitkisinde kontrole göre % 10-11 oranında bitki boyunda artış kaydetmişlerdir. Elde edilen bulgular yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlikler göstermektedir.

Azot bitki boyunda artışa neden olmuştur, fakat meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Birinci yıl kontrole göre azotun dekara 15 kg uygulamasına kadar artış meydana gelmiş, fakat 15 kg da⁻¹ uygulamasında bir azalma gözlenmiştir. İkinci yıl ise böyle bir etki meydana gelmezken azot dozlarının artışıyla bitki boyunda artış gözlenmiştir. Azotlu gübrelerin bitki boyunda artış sağladığını Gardner ve Tucker, (1967) ve Main vd., (2013)

yaptıkları çalışmada belirlemişler ve bu bulgular çalışmadan elde edilen sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

4.1.4. Erkencilik

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında saptanan erkencilığe ait varyans analizi değerleri Çizelge 4,7’te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre 2014 yılında, herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır, 2015 yılında ise karasu ve karasu × azot interaksyonu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan erkencilığe ait varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	58,23	50,03 *
Azot	4	41,78	4,02
Karasu × Azot	8	33,09	75,38 *
Hata	8	28,21	7,52

Çizelge 4.8’de denemenin yürütüldüğü 2014 ve 2015 yıllarına ait erkencilığe ilişkin ortalama ve LSD değerleri verilmiştir.

2014 yılı karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek erkencilik % 79,66 ile KS_1 dozunda, en düşük erkencilik % 76,98 ile KS_2 dozunda gözlemlenmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 3,38 oranında bir artış gözlemlenirken, KS_2 uygulamasında ise % 0,09 düşüş gözlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Azot uygulamalarına göre 2014 yılı sonuçları incelendiğinde, en yüksek erkencilik % 79,67 ile N_0PK uygulaması, bunu %78,85 ile $N_0,78,43$ ile $N_3 PK$ ve 77,14 ile N_2PK takip etmiş ve en düşük erkencilik oranı % 75,40 ile N_1PK dozunda bulunmuştur. Artan azot dozlarına karşın erkencilik değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Azotun erkencilığe etkisi belirsiz olduğu bulunmuştur.

2014 yılı karasu × azot interaksyonuna göre incelendiğinde, en yüksek erkencilik % 82,76 ile $KS_1 \times N_0$ uygulamasından en düşük erkencilik ise % 72,95 ile $KS_2 \times$

N_1PK uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçta farklılıklar ortaya çıksa da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulamaları bakımından en yüksek erkencilik oranı % 63,49 ile KS_2 dozundan elde edilmiştir. Bunu % 63,39 ile KS_0 dozu izlerken en düşük erkencilik oranı % 60,99 KS_1 dozundan elde edilmiştir. KS_0 'a göre KS_1 'de % 4,09 yükselme KS_2 'e göre ise % 0,16 yükseliş elde edilmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Azot dozlarına göre ise en yüksek erkencilik oranı N_0 ve N_0PK uygulamalarında sırasıyla; % 63,19 ve % 62,97 olarak bulunmuştur. En düşük erkencilik oranı ise % 61,90 ile N_3PK dozundan elde edilmiştir. Azot uygulamaları erkencilikte belirgin bir etkisi olmamış, sonuçlarda dalgalanmalar belirlenmiştir.

Karasu \times azot interaksiyonu açısından çalışmanın ikinci yılı incelendiğinde, en yüksek erkencilik % 70,69 oranında $KS_0 \times N_0$ uygulamasından elde edilirken, bunu % 66,72 ile $KS_2 \times N_2PK$ uygulaması izlemiş ve en düşük erkencilik % 57,59 ile $KS_2 \times N_0$ uygulamasında saptanmıştır. Elde edilen sonuçlarda oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama erkencilik değerleri (%)

	2014				2015			
	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.
N_0	78,26	82,76	75,52	78,85	70,69	61,30	57,59	63,19
N_0PK	81,58	80,31	77,12	79,67	62,07	61,64	65,21	62,97
N_1PK	75,59	77,65	72,95	75,40	60,55	60,82	65,59	62,32
N_2PK	73,37	78,54	79,52	77,14	61,45	60,02	66,72	62,73
N_3PK	76,46	79,04	79,79	78,43	62,17	61,17	62,34	61,90
Ort.	77,05	79,66	76,98	77,90	63,39a	60,99b	63,49a	62,62
LSD KS	-				1,79			
LSD N	-				-			
LSD $KS \times N$	-				5,94			

Sonuçlar incelendiğinde, karasuyun yüksek dozu bitkinin olgunlaşmasında buna bağlı olarak erkencilik üzerinde olumsuz bir etki yaratmamıştır. Karasu ve gübreleme sonucunda bitkide fosforun artışı nedeniyle erkenciliğin arttığı düşünülmektedir. Chiles ve Chiles (1991) çalışmalarında fosforun erkenciliği teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Karasuyun erkenciliğe etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Denemenin her iki yılında da karasuyun azot gübresine göre birinci el kütlü oranını yani erkenciliği artırdığı gözlenmiştir. Pamuk bitkisinde azot dengesindeki değişikliklerin erkenciliğe yol açtığı düşünülmektedir. Bu sonuç Sallem vd. (2010) bulgularıyla uyumludur.

4.2. Lif Kalite Özellikleri

4.2.1. Lif Uzunluğu

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 saptanan lif uzunluğuna ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır, 2015 yılında ise karasu × azot interaksiyonu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında lif uzunluğuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	1,88	2,33
Azot	4	1,87	0,77
Karasu × Azot	8	1,85	1,37*
Hata	8	0,96	0,62

Çizelge 4.10'da 2014 ve 2015 yıllarına ait lif uzunluğuna ilişkin ortalama ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılı karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek lif uzunluğu 29,7 mm ile KS₁ uygulamasından elde edilmiştir ve bunu 29,3 mm ile KS₀ uygulaması takip etmiştir. En düşük lif uzunluğu 29,2 mm ile KS₂ uygulamasından elde edilmiştir. KS₀ uygulamasına göre KS₁'de % 1,37 oranında artış, KS₂'de ise % 0,34 azalma gözlenmiştir. Bu da bize lif uzunluğu üzerine karasuyun belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Çalışmanın birinci yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek lif uzunluğu 29,9 mm ile N_0PK uygulamasında gözlemlenmiştir. Bunu 29,5 mm ile N_3PK uygulaması, 29,4 mm ile N_2PK uygulaması izlemiştir. En düşük değer ise 29,1 ile N_0 ve N_1PK uygulamasında gözlenmiştir. Azot dozları arttıkça lif uzunluğunda artış gözlenmiştir, fakat oluşan farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Karasu \times azot interaksiyonu açısından denemenin birinci yılı incelendiğinde, en yüksek lif uzunluğu 30,8 mm ile $KS_0 \times N_0PK$ uygulamasından, en düşük lif uzunluğu ise 28,7 mm ile $KS_0 \times N_3PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar istatistiksel olarak önemsizdir.

Denemenin ikinci yılı karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek lif uzunluğu 30 mm ile KS_2 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 29,9 mm ile KS_1 uygulaması takip etmiştir. En düşük lif uzunluğu değeri 29,4 mm ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 'de % 1,7 oranında, KS_2 'de % 2,04 oranında artış belirlenmiştir. Karasu arttıkça lif uzunluğu artmıştır, fakat elde edilen bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Denemenin ikinci yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek lif uzunluğu 30,1 mm ile N_2PK uygulamasında gözlemlenmiştir. En düşük değer ise 29,5 mm ile N_3PK uygulamasında gözlenmiştir. Artan azot dozlarına karşı lif uzunluğu değerlerinde dalgalanmalar olduğu gözlenmiştir ve bundan dolayı azot uygulamalarının lif uzunluğuna etkisi belirgin olmadığı söylenebilir.

Çalışmanın ikinci yılı karasu \times azot interaksiyonu açısından incelendiğinde, en büyük lif uzunluğu 30,5 mm ile $KS_2 \times N_0$ uygulamasından elde edilirken en düşük 28,7 mm ile $KS_0 \times N_3PK$ uygulamasından elde edilmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait lif uzunluğu ortalama değerleri (mm)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	29,0	29,4	28,8	29,1	28,9	29,5	30,5	29,6ab
N ₀ PK	30,8	30,2	28,8	29,9	30,1	29,5	29,9	29,8ab
N ₁ PK	29,0	28,9	29,3	29,1	29,4	29,9	29,8	29,7ab
N ₂ PK	28,9	30,0	29,4	29,4	29,9	30,0	30,3	30,1a
N ₃ PK	28,7	30,0	29,6	29,5	28,7	30,4	29,4	29,5b
Ort.	29,3	29,7	29,2	29,4	29,4	29,9	30,0	29,8
LSD KS	-				-			
LSD N	-				0,897			
LSD KS x N	-				-			

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, karasuyun tek başına lif uzunluğuna etkisinin olmadığı belirlenirken, diğer taraftan azot uygulamaları olumlu etki gösterse de elde edilen sonuçların istatistiksel olarak önemsiz olduğu gözlenmiştir. Çevresel faktörlerden etkilense de lif uzunluğu daha çok kalıtsal özellik taşımaktadır. Ramey, (1986) lif uzunluğunun genotipik olduğunu ancak lif gelişiminin, özellikle koza genişleme döneminde, ters çevre koşullarına karşı hassas olduğunu bildirmiştir. Besin maddesi noksanlıklarının özellikle de potasyumun, aşırı sıcaklıkların ve düşük toprak neminin lif uzunluğunda azalmaya neden olduğu (Bradov ve Davidonis, 2000) saptanmıştır. Lif uzunluğuna göre pamuklar kısa; orta; orta-uzun ve uzun (21'den az; 22-25; 26-28; 29-34 mm) olarak sınıflandırılmıştır. (Mert, 2007). Elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

4.3. Toprak Özellikleri

4.3.1. Ekimden Sonraki Dönemde Toprak Özellikleri

4.3.1.1. Toprak reaksiyonu (pH)

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında saptanan toprak reaksiyonuna ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.11'te

verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre 2014 yılında herhangi bir faktör önemli çıkmamıştır, 2015 yılında ise karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde toprak reaksiyonuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,003	0,030 *
Azot	4	0,005	0,002
Karasu × Azot	8	0,003	0,001
Hata	8	0,002	0,004

Çizelge 4.12’de 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toprak reaksiyonuna ilişkin ortalama ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamaları bakımından incelendiğinde, 8,20 değeri ile KS_2 uygulaması en yüksek pH değerini vermiş, bu değeri 8,19 ile KS_1 uygulaması takip etmiş en düşük değeri ise 8,18 ile KS_0 uygulaması göstermiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 ’de % 0,12 oranında, KS_2 ’de ise % 0,24 oranında artış gözlenmiştir. Artan karasu dozları ile pH değeri de yükselme göstermiş, fakat elde edilen bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

2014 yılı azot uygulamaları bakımından incelendiğinde en yüksek pH değerini 8,22 ile N_1PK uygulaması vermiş bunu 8,20 ile N_2PK uygulaması izlemiştir. En düşük pH değeri 8,17 ile N_3PK uygulamasından elde edilmiştir. N_0 ve N_0PK uygulamalarında ise değer değişmemiş ve 8,18 olarak gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın birinci yılı karasu × azot interaksyonu açısından incelendiğinde, en yüksek pH değeri 8,25 ile $KS_2 \times N_1PK$ uygulamasından elde edilirken en düşük pH değeri 8,14 ile $KS_0 \times N_3PK$ uygulamasından elde edilmiş ve ortaya çıkan sonuçlar istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulamaları bakımından en yüksek pH değeri 8,34 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir bunu KS_1 uygulaması 8,33 pH değeri ile takip etmiştir. En düşük pH değerini ise KS_2 uygulaması 8,27 ile göstermiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 0,12 oranında bir azalma, KS_2

uygulamasında ise % 0,84 azalma meydana gelmiştir. Artan karasu dozlarına karşı pH değerlerinde düşüş görülmüş ve bu fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Azot uygulamaları açısından denemenin ikinci yılı incelendiğinde en yüksek pH değeri N₁PK uygulamasında 8,33 değeri ile elde edilmiştir. En düşük değer ise 8,30 ile N₃PK dozunda görülmüştür. N₀ ve N₀PK uygulamalarında ise pH 8,31 olarak gözlenmiştir. Azot uygulamalarının toprak pH'sı üzerinde etkisinin belirgin olmadığı gözlenmiştir.

Çalışmanın ikinci yılı karasu × azot interaksyonu bakımından incelendiğinde, en yüksek pH değeri 8,35 ile KS₀ × N₀ ve KS₀ × N₁PK uygulamasından elde edilmiştir. En düşük pH değeri 8,25 ile KS₂ × N₃PK uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.12. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toprak reaksiyonu

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	8,19	8,20	8,16	8,18	8,35	8,33	8,26	8,31
N ₀ PK	8,20	8,16	8,19	8,18	8,33	8,32	8,29	8,31
N ₁ PK	8,18	8,22	8,25	8,22	8,35	8,35	8,29	8,33
N ₂ PK	8,21	8,18	8,22	8,20	8,34	8,34	8,28	8,32
N ₃ PK	8,14	8,18	8,21	8,17	8,33	8,31	8,25	8,30
Ort.	8,18	8,19	8,20	8,19	8,34a	8,33a	8,27b	8,31
LSD KS	-				0,034			
LSD N	-				-			
LSD KS×N	-				-			

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çalışmanın birinci yılında, karasu uygulaması arttıkça pH değerinde yükselme görülmüştür. Chaari vd. (2014a) çalışmalarında artan karasu dozlarına karşın 0-20 cm toprak yüzeyinde pH'nın yükseldiğini gözlemlenmişlerdir. Bu artışın karbonun mineralizasyonundan kaynaklanmış olabileceğini vurgulamışlardır. Mkhabela ve Warman (2005) ligand değişimi yoluyla OH⁻ iyonlarının, karbon mineralizasyonu sonucunda ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Levi-Minzi vd. (1992) karasu uygulamasından kısa bir süre sonra

toprak asitliğinin yükseldiğini daha sonra yaklaşık 15 gün sonra, toprağın kendi doğal reaksiyonuna geri döndüğünü bildirmiştir. İkinci yıl ise karasu dozu arttıkça pH değerinde çok zayıf bir düşüş meydana gelmiştir. Mekki vd. (2014); Sierra vd., (2001), yaptıkları çalışmalarda karasu uygulamasıyla pH değerinin çok az düştüğünü, toprak karbonat alkaliliğinin kompanse etmesinin neden olabileceğini belirtmişlerdir. Cabrera vd. (1996), Seferoğlu vd. (2001) pH değerinde geçici bir düşmenin olduğunu belirtmiştir. Güneysu (2009) karasuyun toprak asitliliğini etkilemediğini vurgulamıştır. Bunun nedeni olarak toprakların kireç içeriğinin yüksek olması ve güçlü bir tamponlama etkisi göstererek pH'nın sabit kalmasını ya da pH'nın etkilenmediği düşünülmektedir.

4.3.1.2. Toplam eriyebilir tuz içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, ekimden sonraki dönemde saptanan eriyebilir toplam tuz içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Varyasyon analizi sonuçlarına göre, 2014 yılında herhangi bir faktör ve interaksiyon önemli bulunmamıştır, 2015 yılında ise karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde toplam eriyebilir tuz içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,000082	0,000084*
Azot	4	0,000013	0,000006
Karasu × Azot	8	0,000089	0,000005
Hata	8	0,00001	0,000004

Çizelge 4.14'de 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toplam eriyebilir tuz içeriğine ilişkin ortalama değerler ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamalarına göre, en yüksek tuz içeriği % 0,0189 ile KS_2 dozunda görülmüştür. % 0,0184 değeri ile KS_0 uygulaması takip ederken en düşük tuz içeriği 0,0177 ile KS_1 dozunda saptanmıştır. KS_0 'a göre KS_1 'de % 3,80 oranında azalış, KS_2 de ise % 2,72 artış görülmüştür.

Azot uygulamalarına göre en yüksek tuz içeriği % 0,0191 değeri ile N_0 dozu ve sırasıyla % 0,0190 ile N_3PK , % 0,0186 ile N_0PK ve % 0,0183 ile N_2PK 'da belirlenmiş, en düşük tuz içeriği ise N_1PK uygulamasından % 0,0168 değeri ile elde edilmiştir.

Çalışmanın birinci yılı karasu \times azot interaksyonu için değerlendirildiğinde en yüksek % 0,0212 ile $KS_2 \times N_0$ uygulamasından elde edilirken en düşük değer % 0,0155 ile $KS_1 \times N_1PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Çalışmanın ikinci yılında karasu uygulamaları bakımından en yüksek tuz içeriği % 0,0169 ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş bunu % 0,0141 ile KS_1 değeri izlerken, en düşük tuz içeriği % 0,0135 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 'a göre, KS_1 'de 4,44 oranında, KS_2 'de ise % 25,19 oranında bir artış meydana gelmiştir. Karasu dozları arttıkça tuz miktarında bir artış belirlenmiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Azot uygulamalarına göre çalışmanın ikinci yılı değerlendirildiğinde, en yüksek tuz içeriği % 0,0159 ile N_3PK dozunda gözlenirken, bunu % 0,0149 ile N_2PK , % 0,0147 ile N_1PK , % 0,0145 ile N_0PK takip etmiştir. En düşük tuz içeriği ise % 0,0142 ile N_0 dozunda görülmüştür. Azot dozları arttıkça tuz içeriği de artış göstermiş, fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın ikinci yılı karasu \times azot interaksyonu için değerlendirildiğinde en yüksek % 0,0199 ile $KS_2 \times N_3PK$ uygulamasından elde edilirken en düşük değer % 0,0130 $KS_0 \times N_0$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar farklılık gösterse de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.14. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toplam eriyebilir tuz değerleri (%)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	0,0187	0,0174	0,0212	0,0191	0,0130	0,0139	0,0158	0,0142
N ₀ PK	0,0183	0,0198	0,0177	0,0186	0,0132	0,0141	0,0168	0,0147
N ₁ PK	0,0176	0,0155	0,0172	0,0168	0,0135	0,0141	0,0160	0,0145
N ₂ PK	0,0172	0,0181	0,0194	0,0183	0,0141	0,0146	0,0161	0,0149
N ₃ PK	0,0203	0,0178	0,0190	0,0190	0,0138	0,0140	0,0199	0,0159
Ort.	0,0184	0,0177	0,0189	0,0183	0,0135b	0,0141b	0,0169a	0,0149
LSD KS	-				0,0013			
LSD N	-				-			
LSD KSxN	-				-			

Karasu uygulamaları bakımından elde edilen sonuçlar ilk yılda belirgin değildir, ikinci yıl ise karasu dozlarının artışıyla toplam tuz içeriği de artış göstermiştir. Tuzluluktaki bu artış karasudan gelen Na, Cl ve SO₂ gibi iyonlardan kaynaklanmış olabilir. Araştırma bulguları, Lopez vd. (1996); Chartzoulakis vd., (2010); Kavvadias vd., (2010); Moraetis vd., (2011); Di Bene vd., (2013) elde ettikleri sonuçlarla paralellik taşımaktadır. Fakat bu çalışmada kullanılan karasuyun toplam tuz içeriği yüksek olmadığı için toprağın tuz içeriğini çok yükseltmemiştir, bu nedenle pamuk verim ve verim bileşenleri ile toprağın verimliliğinde olumsuz bir etki ortaya çıkmamıştır. Le Verge ve Bories (2004) topraklara ortalama seviyede tuz içeriğine sahip olan karasu uygulanmasıyla, toprakların tuzluluğunu çok fazla etkilemediğini bildirmişlerdir.

4.3.1.3. Organik madde içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, ekimden sonraki dönemde saptanan organik madde içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Varyans analizi sonucunda, 2014 yılında karasu ve azot önemli ($p < 0,05$) bulunurken, 2015 yılında ise hiçbir faktör önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.15. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde organik madde içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,00292 *	0,00712
Azot	4	0,00508 *	0,02114
Karasu × Azot	8	0,00277	0,00390
Hata	8	0,00205	0,00398

Çizelge 4.16'da 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toprakların organik madde içeriğine ilişkin ortalama ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında en yüksek organik madde içeriği % 0,43 ile KS_2 uygulamasından elde edilirken bunu % 0,40 ile KS_1 değeri izlemiştir. En düşük organik madde içeriği 0,36 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 'a göre KS_1 uygulaması % 11,1 artmış, KS_2 uygulaması ise % 19,4 artmıştır. Sonuçta artan karasu dozlarıyla organik madde içeriği artmış ve oluşan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Azot uygulamaları incelendiğinde, en yüksek % 0,42 ile N_0 uygulamasında gözlenmiştir. Bunu % 0,41 ile N_0PK , % 0,39 ile N_1PK ve N_2PK izlemiştir. En düşük organik madde içeriği ise % 0,37 ile N_2PK uygulamasında görülmüştür. Azot dozlarının artışı ile organik madde içeriği değerlerinin düştüğü görülmüştür. Sonuçta artan azot uygulamaları ile organik maddenin azaldığı ve oluşan farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur.

Çalışmanın birinci yılı karasu × azot interaksyonu için değerlendirildiğinde en yüksek % 0,47 ile $KS_2 \times N_0$ uygulamasından elde edilirken, en düşük değer % 0,36 ile $KS_0 \times N_0PK$, $KS_0 \times N_1PK$, $KS_0 \times N_2PK$ ve $KS_0 \times N_3PK$ uygulamalarından elde edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında ekim sonrası dönemde toprakların en yüksek organik madde içeriği % 0,49 ile KS_1 ve KS_2 uygulamalarından elde edilirken en düşük organik madde içeriği % 0,47 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 'a göre KS_2 'de % 4,26 oranında artış gerçekleşmiştir. İkinci yılda karasuyun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Azot uygulamaları incelendiğinde 2015 yılında, en yüksek organik madde içeriği % 0,51 ile N₃PK uygulamasında, en düşük organik madde içeriği ise % 0,46 ile N₁PK uygulamasında görülmüş ve elde edilen veriler istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılı karasu × azot interaksyonu için değerlendirildiğinde en yüksek % 0,53 ile KS₂ × N₀ ve KS₂ × N₃PK uygulamasından elde edilirken en düşük değer % 0,44 KS₀ × N₁PK ve KS₀ × N₂PK uygulamalarından elde edilmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.16. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde organik madde içeriği (%)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	0,37	0,42	0,47	0,42a	0,46	0,47	0,53	0,49
N ₀ PK	0,36	0,41	0,46	0,41ab	0,49	0,48	0,46	0,48
N ₁ PK	0,36	0,38	0,44	0,39bc	0,44	0,49	0,45	0,46
N ₂ PK	0,36	0,42	0,39	0,39bc	0,44	0,50	0,47	0,47
N ₃ PK	0,36	0,37	0,39	0,37c	0,51	0,49	0,53	0,51
Ort.	0,36c	0,40b	0,43a	0,40	0,47	0,49	0,49	0,48
LSD KS	0,029				-			
LSD N	0,030				0,043			
LSD KS x N	-				-			

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, karasu uygulamaları toprak organik maddesinde artışa neden olmuştur. Başlangıçta toprakların organik maddesi çok düşüktür. Karasu uygulaması organik madde içeriğini artırsa da yine de organik madde miktarını; toprak, bitki verimliliği ve bitki beslenmesi için istenen düzeye getirmemiştir. Ben Rouina vd. (2006) karasu uygulaması ile organik madde içeriğinin % 0,3'ten % 1,3 yükseldiğini bildirmiştir. Aynı zamanda Di Serio vd. (2008); Montemurro vd. (2011); Kapellakis vd. (2015) yaptıkları çalışmalarda karasuyun toprakların organik madde içeriğini artırdığını bildirmişler ve bulgular bu çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Azot uygulamaları ile değerlendirildiğinde birinci yılda azot uygulamalarının artışıyla organik madde içeriğinde bir azalma meydana gelmiştir. Organik madde içeriğinin artışında karasuyun azota göre daha önemli rol oynadığı görülmektedir.

4.3.1.4 Azot içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, ekimden sonraki dönemde saptanan toplam azot içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre 2014 yılında karasu \times azot interaksiyonu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur, 2015 yılında ise herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.17. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde toplam azot içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,0008	0,0002
Azot	4	0,00006	0,0002
Karasu \times Azot	8	0,00011*	0,0006
Hata	8	0,00007	0,0004

Çizelge 4.18'de 2014 ve 2015 yıllarına ait, ekimden sonraki dönemde toplam azot içeriğine ilişkin ortalama ve LSD değerleri gösterilmektedir.

2014 yılı karasu uygulamaları bakımından en yüksek toplam azot içeriği % 0,076 ile KS_2 dozundan bunu ise KS_1 dozu % 0,076 ile izlemiş ve en düşük değer ise % 0,072 ile KS_0 dozundan elde edilmiştir. Artan karasu dozlarına bağlı olarak azot içeriğinde bir yükseliş görülmesine karşın istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır. KS_0 uygulamasına göre KS_2 uygulamasında % 5,5 oranında artış görülmüştür. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Azot uygulamalarına göre çalışmanın birinci yılında en yüksek toplam azot içeriği % 0,078 ile N_0 uygulamasında en düşük ise % 0,072 ile N_0PK uygulamasında görülmüştür. Azot dozlarına ait sonuçlar arasında dalgalanmalar gözlemlenmiş ve bu farklılıklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Karasu \times azot interaksyonu bakımından 2014 yılı verileri incelendiğinde, $KS_2 \times N_0$ uygulamaları % 0,086 azot içeriği vermiştir, bunu % 0,0803 değeri ile sırasıyla $KS_1 \times N_1PK$ ve $KS_2 \times N_3PK$ uygulamaları izlemiştir. En düşük interaksyon ise % 0,069 değeri ile $KS_0 \times N_3PK$ uygulamalarından elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulamaları bakımından en yüksek değer KS_1 uygulamasından % 0,061, en düşük azot içeriği değeri ise KS_0 uygulamasından % 0,057 ile elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 7,67 oranında artış görülürken, KS_2 uygulamasında % 6,79 artış görülmüştür.

Azot uygulamalarına göre 2015 yılında toprakların en yüksek azot içeriği % 0,063 ile N_0 ve N_2PK uygulamalarından elde edilirken, en düşük azot içeriği % 0,056 ile N_1PK uygulamasından elde edilmiştir.

İkinci yıla ait karasu \times azot interaksyonu değerleri incelendiğinde, en yüksek azot içeriği % 0,079 ile $KS_2 \times N_3PK$ uygulamasından en düşük azot içeriği ise % 0,055 ile $KS_0 \times N_2PK$, $KS_0 \times N_3PK$ ve $KS_2 \times N_3PK$ uygulamalarından elde edilmiştir. Fakat oluşan bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.18. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde toplam azot içeriği (%)

	2014				2015			
	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.
N_0	0,072	0,076	0,086	0,078	0,057	0,072	0,061	0,063
N_0PK	0,071	0,075	0,071	0,072	0,061	0,067	0,0481	0,059
N_1PK	0,074	0,080	0,070	0,075	0,058	0,053	0,055	0,056
N_2PK	0,071	0,076	0,076	0,074	0,055	0,069	0,064	0,063
N_3PK	0,069	0,074	0,080	0,074	0,055	0,048	0,079	0,061
Ort.	0,072	0,076	0,076	0,075	0,057	0,062	0,061	0,060
LSD KS	-				-			
LSD N	-				-			
LSD KS \times N	0,009				-			

Karasu uygulaması topraklarda azot miktarını az miktarda da olsa artırmıştır. Birinci yıl kontrole göre azot içeriği 1,06 kat, ikinci yıl kontrole göre ise 1,07 kat artmıştır. Piotrowska vd., (2006); Brunetti vd., (2007); Sierra vd., (2007); Mechri vd., (2008) karasu uygulamasının toprak azot içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. Çalışmanın yer aldığı toprakların azot içeriği düşüktür/azot yönünden fakirdir. Karasu uygulaması toprağa önemli miktarda azot içeriği kazandırır. Zenjari ve Nejmeddine (2001) karasudan gelen organik azotun yavaş mineralize olduğunu, karasudaki askıdaki maddelerin bolluğu nedeniyle azot immobilizasyonunu artırdığını ve açığa çıkan bu organik azotun hızlı bir şekilde inorganik azota dönüştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmada karasu uygulaması sonrasında toprak azot içeriğinde artışın çok yüksek olmamasının bu nedenden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kissi vd. (2001) çalışmaları ortaya çıkan bu durumu destekleyici yöndedir.

4.3.1.5. Fosfor içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde saptanan alınabilir fosfor içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu × azot interaksiyonu, 2015 yılında ise karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde fosfor içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	17,5	70,3*
Azot	4	6,6	11,9
Karasu × Azot	8	12,4*	13,5
Hata	8	8,8	15,3

Çizelge 4.20'de 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde alınabilir fosfor içeriğine ilişkin ortalamalar ve LSD değerleri gösterilmektedir.

Karasu uygulamaları değerlendirildiğinde, en yüksek fosfor içeriği $13,22 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş, bunu $12,14 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_1 dozu izlerken en

düşük fosfor içeriği $11,57 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulaması % 4,9 oranında artarken, KS_2 uygulaması % 14,3 artmıştır. Karasu uygulama miktarlarının artmasıyla alınabilir fosfor içeriğinde artış belirlenmiş, fakat bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın birinci yılında azot uygulamalarında en yüksek fosfor içeriği $13,16 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_2PK uygulamasından, en düşük fosfor içeriği ise $11,38$ ile N_0 dozunda belirlenmiştir. Azot uygulamalarındaki değişimler de dalgalanma olduğu için istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Çalışmanın birinci yılı karasu \times azot interaksiyonu bakımından incelendiğinde, en yüksek fosfor içeriği $14,78 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $KS_2 \times N_0PK$ uygulamalarından elde edilirken, bunu $14,42$ ile $KS_2 \times N_2PK$ uygulamaları izlemiştir. En düşük fosfor içeriği ise $KS_0 \times N_0$ uygulamasından $8,98 \text{ mg kg}^{-1}$ değeri ile elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılı karasu uygulamaları açısından değerlendirildiğinde, en yüksek fosfor içeriği $15,75 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_2 uygulamasından elde edilmiştir. KS_1 uygulaması ise $13,45 \text{ mg kg}^{-1}$ ile bu değeri takip etmiştir. En düşük değer ise $12,48 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 7,77 ve KS_2 uygulamasında % 26,20 oranında bir artış gözlenmiştir. Sonuçta karasu arttıkça ikinci yıl toprakların alınabilir fosfor içeriğinin de arttığı ve oluşan farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir.

Azot uygulamaları bakımından denemenin ikinci yılı incelendiğinde, en yüksek fosfor içeriği $14,78 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_3PK uygulamasında gözlenmiştir. En düşük fosfor içeriği N_0 uygulamasından elde edilmiştir. Azot dozları arttıkça fosfor içeriği de artmış, ancak bu artış istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

Çalışmanın ikinci yılında karasu \times azot interaksiyonu için incelendiğinden en yüksek fosfor içeriği $19,40 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $KS_2 \times N_3PK$ uygulamasında en düşük interaksiyon ise $KS_1 \times N_0$ uygulamasında $11,78 \text{ mg kg}^{-1}$ değeri ile elde edilmiştir. Oluşan bu farklar istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.20. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde alınabilir fosfor içeriği (mg kg⁻¹)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	8,98	12,23	12,94	11,38	12,52	11,78	13,10	12,47
N ₀ PK	11,10	11,84	14,78	12,57	13,43	13,10	16,23	14,25
N ₁ PK	10,85	12,05	13,15	12,02	12,60	14,78	14,35	13,91
N ₂ PK	13,04	12,02	14,42	13,16	11,81	14,68	15,64	14,04
N ₃ PK	13,89	12,55	10,82	12,42	12,04	12,90	19,40	14,78
Ort.	11,57	12,14	13,22	12,31	12,48b	13,45ab	15,75a	13,89
LSD KS	-				2,25			
LSD N	-				-			
LSD KS x N	2,91				-			

Ekim sonrası toprakların fosfor içeriği artan karasu uygulamalarıyla her iki yılda da artış göstermiştir. İkinci yıldaki artış birinci yıla göre daha fazla olmuştur ve ikinci yılda meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu artışa karasuyun ayrışması sırasında ortaya çıkan organik asitlerin fosforun toprakta çözünürlüğünü artırdığı düşünülmektedir. Çalışmada kontrol uygulamasına (KS₀) göre sadece fosfor ve potasyum uygulamasında (N₀PK) alınabilir fosfor içeriği birinci yıl, en yüksek karasu dozunda (3 t da⁻¹) % 33 oranında ikinci yıl ise % 21 oranında artmıştır. Kokkora vd. (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, fosforlu gübre-karasu kombinasyonunda ise toprakta alınabilir fosforun % 55 oranında arttığını belirlemişlerdir. Chaari vd. (2015) yaptıkları çalışmada karasu uygulaması ile üst toprak tabakasında toprak fosforunun 52,5 ppm'den 50 m³ha⁻¹ karasu dozunda 64,5 ppm'e, 100 m³ ha⁻¹ dozunda 69 ppm'e 200 m³ ha⁻¹ dozunda 77 ppm'e yükseldiğini saptamışlar ve elde edilen bulgular bu çalışmaların sonuçları ile uyumluluk göstermiştir.

4.3.1.6. Potasyum içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, ekimden sonraki dönemde saptanan potasyum içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre 2014 yılında

karasu ve karasu \times azot interaksyonu ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur, 2015 yılında ise karasu ($p < 0,01$) ve karasu \times azot interaksyonu ise ($p < 0,05$) seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde potasyum içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	15976*	80686**
Azot	4	1671	4345
Karasu \times Azot	8	2754*	4237*
Hata	8	1920	776

Çizelge 4.22 'de 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde potasyum içeriği ortalamaları ile LSD değerleri gösterilmektedir.

Çalışmanın birinci yılı karasu uygulamalarına göre değerlendirildiğinde artan karasu dozlarına bağlı olarak toprakların potasyum içeriğinde artış saptanmıştır ve bu artışların istatistiksel açıdan $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. En yüksek potasyum içeriği KS_2 uygulamasından 239 mg kg^{-1} olarak elde edilmiş bunu KS_1 uygulaması 232 mg kg^{-1} ortalama değeri ile takip etmiştir ve en düşük potasyum içeriği KS_0 uygulamasında 192 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur. KS_0 uygulamasına göre KS_1 'de % 20,8 artış görülürken, KS_2 'de % 24,4 oranında bir artış görülmüştür.

Azot uygulamaları bakımından değerler incelendiğinde en yüksek potasyum içeriği 236 mg kg^{-1} ile N_2PK uygulamasından, en düşük potasyum içeriği 207 mg kg^{-1} ile N_1PK uygulamasından elde edilmiştir. Artan azot uygulamalarının toprakların potasyum içeriği sonuçlarında dalgalanmalar yarattığı bu nedenle de azotun etkisinin potasyum açısından belirsiz olduğu saptanmıştır.

Karasu \times azot interaksyonu açısından potasyum içeriği incelendiğinde $KS_2 \times N_2PK$ uygulaması 273 mg kg^{-1} potasyum içeriği ile en yüksek değeri vermiş, bunu $KS_2 \times N_0$ uygulaması 259 mg kg^{-1} değeri ile takip etmiştir. En düşük potasyum içeriği $KS_0 \times N_3PK$ uygulamasından 169 mg kg^{-1} olarak elde edilmiştir. Ortaya çıkan bu sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılı karasu uygulamalarına göre değerlendirildiğinde artan karasu dozlarına bağlı olarak toprakların potasyum içeriğinde artış saptanmıştır ve bu artışların istatistiksel açıdan $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. En yüksek potasyum içeriği KS_2 uygulamasından 289 mg kg^{-1} olarak elde edilmiş bunu KS_1 uygulaması 236 mg kg^{-1} ortalama değeri ile takip etmiştir ve en düşük potasyum içeriği KS_0 uygulamasında 175 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur. KS_0 uygulamasına göre KS_1 'de % 34,3 artış görülürken, KS_2 'de % 64,8 oranında bir artış görülmüştür.

Azot uygulamaları bakımından değerler incelendiğinde en yüksek potasyum içeriği 252 mg kg^{-1} ile N_3PK uygulamasından, en düşük potasyum içeriği ise 215 mg kg^{-1} ile N_1PK uygulamasından elde edilmiştir. Artan azot uygulamalarının toprakların potasyum içeriği sonuçlarında dalgalanmalar yarattığı için azotun toprakların potasyum içeriğine etkisinin belirsiz olduğu saptanmıştır.

Karasu \times azot interaksyonu açısından potasyum içeriği sonuçları incelendiğinde, $KS_2 \times N_3PK$ uygulaması 357 mg kg^{-1} potasyum içeriği ile en yüksek değeri vermiş, bunu $KS_2 \times N_0PK$ uygulaması 293 mg kg^{-1} değeri ile takip etmiştir. En düşük potasyum içeriği oranı $KS_0 \times N_2PK$ uygulamasından 168 mg kg^{-1} olarak elde edilmiş ve bu sonuçlar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde potasyum içeriği (mg kg^{-1})

	2014				2015			
	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.
N_0	194	212	259	222	172	227	282	227
N_0PK	207	239	217	221	175	282	293	250
N_1PK	203	222	196	207	178	223	243	215
N_2PK	186	250	273	236	168	227	268	221
N_3PK	169	236	248	218	183	216	357	252
Ort.	192b	232a	239a	221	175c	236b	289a	233
LSD KS	28,58				18,17			
LSD N	-				-			
LSD KS \times N	37,72				53,87			

Sonuçlar incelendiğinde, karasu uygulaması öncesinde toprakların potasyum içeriğinin düşük olduğu ve karasu uygulaması ile toprakların değişebilir potasyum içeriğinin yükseldiği görülmektedir. Potasyum, toprakların zenginleşmesinde etkisi olan, karasuyun en önemli elementidir. Kokkora vd. (2015) karasuyun bitkinin ihtiyacı olan azot, fosfor ve potasyum ihtiyacını karşılamakta muktedir olduğunu ve toprakların yarıyıllı azot, fosfor ve potasyum miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Farklı araştırmacıların Levi-Minzi vd. (1992); Montemurro vd. (2004); Di Serio vd. (2008) Magdich vd. (2013); Haddad vd. (2015)'in çalışma sonuçları, denemede elde edilen bulguları desteklemektedir.

4.3.1.7. Sodyum içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, ekimden sonraki dönemde saptanan sodyum içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir. Varyans analizi sonucunda, 2014 yılında karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur, 2015 yılında ise herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.23. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında ekimden sonraki dönemde sodyum içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	1224 *	28
Azot	4	309	87
Karasu × Azot	8	192	32
Hata	8	172	436

Çizelge 4.24'de 2014 ve 2015 yıllarına ait, ekimden sonraki dönemde sodyum içeriğine ilişkin ortalama ve LSD değerleri gösterilmektedir.

Karasu uygulamaları yönünden çalışmanın birinci yılında en yüksek sodyum içeriği KS_2 uygulamasından 137 mg kg^{-1} olarak elde edilmiş, bunu 127 mg kg^{-1} ile KS_0 uygulaması izlerken en düşük 123 mg kg^{-1} sodyum içeriği ile KS_1 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 ' a göre KS_1 'de % 3,14 azalma, KS_2 'de ise % 7,87 oranında artış meydana gelmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel açıdan

önemli bulunmuştur. Toprağa uygulanan karasuyun artan dozlarının toprakların Na içeriğini artırdığı belirlenmiştir.

Azot yönünden, 2014 yılı incelendiğinde, ise en yüksek sodyum değeri 135 mg kg⁻¹ ile N₀PK uygulamasından, en düşük sodyum içeriği ise 127 mg kg⁻¹ ile N₀ dozundan elde edilmiştir. Azotun etkisi ve karasu azot interaksiyonu yönünden incelendiğinde elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın ikinci yılında karasu uygulamaları açısından en yüksek sodyum içeriği KS₀ uygulamasında 136 mg kg⁻¹ ile bulunurken bunu KS₁ dozu 135 mg kg⁻¹ ile takip etmiştir. En düşük sodyum değeri 134 mg kg⁻¹ ile KS₂ uygulamasından elde edilmiştir. KS₀ uygulamasına göre KS₁'de % 0,73 oranında KS₂ 'de ise % 1,47 oranında bir azalış meydana gelmiş ve istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Azot dozları yönünden incelendiğinde, en yüksek sodyum içeriği 138 mg kg⁻¹ ile N₀PK uygulamasında en düşük ise 132 mg kg⁻¹ ile N₁PK uygulamasında gözlenmiş ve istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Azot uygulamalarının sodyum üzerine etkisinin belirsiz olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.24. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait ekimden sonraki dönemde sodyum içeriği (mg kg⁻¹)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	133	120	126	127	135	131	133	133
N ₀ PK	137	126	142	135	140	140	134	138
N ₁ PK	117	123	133	124	131	132	133	132
N ₂ PK	122	121	138	127	140	136	133	136
N ₃ PK	126	127	147	133	134	135	136	135
Ort.	127b	123b	137a	129	136	135	134	135
LSD KS	8,55				-			
LSD N	-				-			
LSD KS x N	-				-			

Toprak sodyum içeriği karasu uygulaması ile birinci yılda artmış ikinci yılda ise artan karasu dozlarına karşın azalma göstermiştir. İkinci yılda toprakların sodyum içeriği birinci yıla göre daha yüksektir. Magdich vd (2013) kumlu topraklara üç yıl üst üste 50 m³ ha⁻¹'den daha fazla miktarda karasu uygulaması sonucunda

toprakların sodyum içeriğinin arttığını saptamışlardır. Karasu uygulaması sonucunda toprakların sodyum içeriği Loue (1968) kritik sınırlarına göre orta seviyede bulunmuştur.

4.3.2. Hasat Döneminde Toprakların Özellikleri

4.3.2.1. Toplam eriyebilir tuz içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, hasat dönemi topraklarında saptanan toplam eriyebilir tuz içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, 2014 ve 2015 yıllarında karasu × azot interaksiyonu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.25. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında toplam eriyebilir tuz içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,0000817	0,00001
Azot	4	0,0000173	0,00000746
Karasu × Azot	8	0,000046 *	0,00000782 *
Hata	8	0,0000241	0,00002

Çizelge 4.26'da 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında, toplam eriyebilir tuz içeriğine ilişkin ortalama değerler ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamalarına göre en yüksek tuz içeriği % 0,0224 ile KS_2 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu % 0,0203 ile KS_1 uygulaması takip etmiş ve en düşük tuz içeriği % 0,0188 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçta uygulanan karasu miktarı arttıkça tuz içeriği de artmıştır. Fakat bu artış istatistiksel olarak önemli değildir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 'de % 7,9 oranında bir artış görülürken, KS_2 uygulamasında % 19,2 oranında artış gerçekleşmiştir.

Azot uygulamalarına göre en yüksek tuz içeriği % 0,0220 ile N_2PK uygulamasında gözlemlenmiştir. En düşük değer ise % 0,0195 ile N_0 ve N_0PK

uygulamalarında gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsizdir.

Karasu \times azot interaksyonu açısından hasat dönemi topraklarının tuz içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek tuz içeriği % 0,0274 ile $KS_2 \times N_3PK$ uygulamasında ortaya çıkarken, bunu % 0,0259 ile $KS_1 \times N_2PK$ takip etmiş ve en düşük tuz içeriği ise % 0,0167 $KS_1 \times N_3PK$ uygulamasında görülmüştür.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulamalarına göre en yüksek tuz içeriği % 0,0169 ile KS_2 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu % 0,0159 ile KS_1 uygulaması takip etmiştir. En düşük tuz içeriği % 0,0158 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 0,63 oranında bir artış görülürken, KS_2 uygulamasında % 6,96 oranında artış görülmüştür. Sonuçta uygulanan karasu miktarı arttıkça tuz içeriği de artmış, fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Azot uygulamalarına göre en yüksek tuz içeriği % 0,0171 ile N_0 uygulamasında, en düşük değer ise % 0,0153 ile N_2PK uygulamasında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar gözlemlense de istatistiksel olarak önemsizdir.

2015 yılı hasat dönemi topraklarının tuz içeriği karasu \times azot interaksyonu açısından incelendiğinde sonuçlar istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek tuz içeriği % 0,0186 ile $KS_2 \times N_3PK$ uygulamasında ortaya çıkarken, bunu % 0,0182 ile $KS_2 \times N_0$ takip etmiş, en düşük tuz içeriği % 0,0141 ile $KS_0 \times N_2PK$ uygulamasında görülmüştür.

Çizelge 4.26. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında toplam eriyebilir tuz içeriği (%)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	0,0192	0,0196	0,0197	0,0195	0,0174	0,0157	0,0182	0,0171
N ₀ PK	0,0181	0,0202	0,0202	0,0195	0,0164	0,0167	0,0171	0,0167
N ₁ PK	0,0196	0,0189	0,0221	0,0202	0,0163	0,0156	0,0156	0,0158
N ₂ PK	0,0177	0,0259	0,0223	0,0220	0,0141	0,0167	0,0152	0,0153
N ₃ PK	0,0193	0,0167	0,0274	0,0211	0,0148	0,0151	0,0186	0,0162
Ort.	0,0188	0,0203	0,0224	0,0205	0,0158	0,0159	0,0169	0,0162
LSD KS	-				-			
LSD N	-				-			
LSD KS x N	0,0054				0,0023			

Hasat dönemi toprakların toplam eriyebilir tuz içeriği karasu uygulamasıyla artış göstermiştir. Birinci yıl hasat döneminde toprakların toplam eriyebilir tuz içeriği ikinci yıldan fazla olduğu görülmektedir. Karasu tuz içeriğine etkisini birinci yılda göstermiştir. Aynı zamanda ekim sonrası toprakların tuz içeriği hasat dönemi toprakların tuz içeriğinden biraz daha fazladır. 2015 yılında Temmuz ayından sonra özellikle Ağustos ve Eylül aylarında yağışların gerçekleşmesi hem yıllar arasında hem de hasat dönemindeki tuz içeriğinin farkını açıklayabileceği düşünülmektedir. Toprakların tuz içeriklerinin sınır değerleri (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954) dikkate alındığında deneme alanı topraklarının tuz içeriğinin 0-0,15 aralığında yani tuzsuz olduğu görülür ve 2014 ve 2015 yıllarında hem ekim sonrası dönemde hem de hasat döneminde toprakların tuz içeriği belirtilen sınırı geçmemiştir. Bir bütün olarak incelendiğinde karasuyun toprakların tuz içeriğini toksik düzeyde artırmadığı ve bu dönemdeki toprakların toplam eriyebilir tuz içeriği ekim sonrasında alınan topraklarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.3.2.2. Azot içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, hasat dönemi topraklarında saptanan azot içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu önemli

($p < 0,05$) bulunmuştur, 2015 yılında ise herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.27. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında saptanan hasat dönemi topraklarında azot içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,00058 *	0,0000186
Azot	4	0,0000478	0,0000374
Karasu × Azot	8	0,0000524	0,00009
Hata	8	0,0001	0,00164

Çizelge 4.28'de 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında toplam azot içeriğine ilişkin ortalama değerler ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulaması bakımından en yüksek azot miktarı % 0,090 ile KS_2 uygulamasında elde edilmiş bunu % 0,087 ile KS_1 uygulaması izlemiştir. En düşük azot içeriği ise % 0,081 ile KS_0 uygulamasında elde edilmiştir. KS_0 'a göre KS_1 'de % 7,27 oranında, KS_2 'de ise % 11,71 oranında artış meydana gelmiştir. Sonuç olarak uygulanan karasu miktarı arttıkça hasat dönemi topraklarının azot içeriği de artmıştır ve bu artışlar istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Azot uygulamaları bakımından 2014 yılı en yüksek azot miktarı % 0,088 ile N_3PK uygulamasında gözlenmiş ve bunu sırasıyla % 0,086 N_0PK , % 0,086 ile N_2PK , % 0,084 ile N_1PK uygulamaları izlemiştir. En düşük azot içeriği % 0,084 ile N_0 uygulamasından elde edilmiştir. Azot uygulamasının artan dozlarına karşılık toplam azot içeriğinde olumlu yönde değişimler olsa da istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın birinci yılı karasu × azot interaksyonu açısından incelendiğinde en yüksek azot içeriği % 0,093 ile $KS_2 \times N_2PK$ uygulamasından en düşük azot içeriği ise % 0,075 ile $KS_0 \times N_1PK$ uygulamasında görülmüştür. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsizdir.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulaması bakımından en yüksek azot içeriği % 0,081 ile KS_0 en düşük azot içeriği ise % 0,080 ile KS_1 ve KS_2 uygulamasında

gözlenmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_2 'de ise % 1,83 oranında azalma meydana gelmiştir. Karasuyun azot içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

İkinci yılda azot uygulamaları bakımından en yüksek azot içeriği % 0,082 ile N_3PK uygulamasından elde edilmiştir ve bunu sırasıyla % 0,082 ile N_0 , % 0,080 ile N_0PK , % 0,079 ile N_1PK izlemiştir. En düşük azot içeriği ise % 0,079 ile N_2PK uygulamasında tespit edilmiştir. Artan azot dozlarına bağlı olarak azot içeriğindeki değişim istatistiksel açıdan önemsizdir.

İkinci yılda karasu \times azot interaksyonu açısından en yüksek azot içeriği % 0,09 ile $KS_0 \times N_0$ uygulamasından, en düşük azot içeriği ise % 0,076 ile $KS_0 \times N_1PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.28. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında toplam azot içeriği (%)

	2014				2015			
	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.
N_0	0,079	0,083	0,089	0,084	0,090	0,078	0,078	0,082
N_0PK	0,085	0,085	0,090	0,086	0,084	0,077	0,078	0,080
N_1PK	0,075	0,088	0,090	0,084	0,076	0,082	0,080	0,079
N_2PK	0,077	0,088	0,093	0,086	0,079	0,080	0,078	0,079
N_3PK	0,086	0,089	0,090	0,088	0,080	0,082	0,085	0,082
Ort.	0,081b	0,087ab	0,090a	0,086	0,081	0,080	0,080	0,080
LSD KS	0,0066				-			
LSD N	-				-			
LSD KS \times N	-				-			

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, hasat döneminde toprakların azot içeriği ekimden sonraki dönme topraklarinkinden daha yüksektir. Bu farklılık bitkinin dönemsel kullanımı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Pamuk bitkisinin yaşlanmasıyla azot alımı yavaşlattığı düşünülmektedir. Taraklanma ve erken çiçeklenme dönemleri pamuk bitkisinin azot alımının en fazla olduğunu (Fritschi vd. (2004) bitkinin yaşlandıkça azot alımını azalttığını (Oosterhuis vd. (1983)

belirtmişlerdir. Bu sonuçlar bulguları destekleyici niteliktedir. Birinci yıl karasu dozları arttıkça azot içeriğinde artış belirlenirken, ikinci yıl ise karasu dozlarının artışıyla azot içeriğinin azaldığı gözlenmiştir. Bu durum kullanılan karasuyun yapısıyla ilgili olduğu düşünülebilir. Rusan ve Malkawi (2016) ise, çalışmalarında hasat sonrasında topraktaki besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Mg ve Na) ve organik maddenin yüksek olduğunu belirtmişler ancak, bu sonuç elde edilen bulgularla çelişmektedir.

4.3.2.3. Fosfor içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, hasat dönemi topraklarında alınabilir fosfor içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu önemli ($p < 0,05$), 2015 yılında ise azot önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında alınabilir fosfor içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	52,0864*	11,4922
Azot	4	8,25518	10,9429*
Karasu × Azot	8	4,65344	0,96345
Hata	8	6,08331	6,28147

Çizelge 4.30'da 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında alınabilir fosfor içeriğine ilişkin ortalamalar ve LSD değerleri gösterilmektedir.

Karasu uygulamaları açısından değerler incelendiğinde, en yüksek fosfor içeriği 12,37 mg kg⁻¹ ile KS₂ uygulamasından elde edilmiş bunu 10,66 mg kg⁻¹ ile KS₁ dozu izlerken, en düşük fosfor içeriği 9,49 mg kg⁻¹ ile KS₀ uygulamasından elde edilmiştir. KS₀ uygulamasına göre KS₁'de % 12,33 oranında, KS₂'de ise % 30,35 oranında bir artış gözlenmiştir. Karasu uygulama miktarlarının artmasıyla hasat dönemi topraklarının alınabilir fosfor içeriğinde artış gözlemlenmiş ve sonuçlar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çalışmanın birinci yılında azot uygulamalarında en yüksek fosfor içeriği 12,10 mg kg⁻¹ ile N₃PK uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 10,93 mg kg⁻¹ ile N₂PK, 10,50

mg kg⁻¹ ile N₀PK uygulamaları izlerken, en düşük fosfor içeriği ise 10,34 mg kg⁻¹ ile N₀ ve N₁PK uygulamalarında belirlenmiştir. Azot uygulamalarında fosfor içeriği üzerine olumlu etkisi gözlemlense de sonuçlar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Karasu × azot interaksiyonu bakımından değerler incelendiğinde en yüksek 14,72 mg kg⁻¹ ile KS₂ × N₃PK uygulamasından elde edilirken, en düşük 8,44 mg kg⁻¹ ile KS₀ × N₀PK uygulamasında görülmüştür. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulamaları bakımından hasat dönemi topraklarında en yüksek fosfor içeriği 10,29 mg kg⁻¹ ile KS₂ uygulamasından elde edilmiş bunu 9,32 mg kg⁻¹ ile KS₀ dozu izlerken en düşük 8,98 mg kg⁻¹ ile KS₀ uygulamasından elde edilmiştir. KS₀ uygulamasına göre KS₁ uygulamasında % 3,64 oranında bir azalış meydana gelmiş, KS₂ de ise % 41 oranında bir artış görülmüştür. Karasu uygulamasının çalışmanın ikinci yılında fosfor içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Azot uygulamalarına göre değerlendirildiğinde en yüksek fosfor içeriği 10,72 ile en yüksek N₃PK uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 9,94 mg kg⁻¹ ile N₂PK uygulaması ve 9,28 mg kg⁻¹ ile N₁PK ve N₀PK uygulamaları izlerken, hasat dönemi topraklarında en düşük fosfor içeriği 8,44 mg kg⁻¹ ile N₀ uygulamasından elde edilmiştir. N₀ uygulamasına göre N₁PK'de % 9,95 oranında, N₂PK'de % 17,77 oranında, N₃PK'de ise % 27,01 oranında artış meydana gelmiştir. N₀ uygulamasına göre N₀PK uygulamasında % 9,95 oranında artış elde edilmiştir. Artan azot miktarına karşılık olarak fosfor miktarı da artmıştır ve sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılında karasu × azot interaksiyonu bakımından değerler incelendiğinde; 11,88 mg kg⁻¹ ile KS₂ × N₃PK uygulaması en yüksek değeri verirken, en düşük 7,82 mg kg⁻¹ ile KS₁ × N₀ uygulamasında görülmüştür. Elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemsizdir.

Çizelge 4.30. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında alınabilir fosfor içeriği (mg kg⁻¹)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	9,60	9,16	12,26	10,34	8,16	7,82	9,33	8,44c
N ₀ PK	8,44	11,69	11,36	10,50	9,19	9,07	9,57	9,28bc
N ₁ PK	9,38	10,61	11,04	10,34	8,92	8,71	10,19	9,27bc
N ₂ PK	9,96	10,39	12,44	10,93	10,37	8,99	10,47	9,94ab
N ₃ PK	10,10	11,47	14,72	12,10	9,95	10,33	11,88	10,72a
Ort.	9,49b	10,66ab	12,37a	10,84	9,32	8,98	10,29	9,53
LSD KS	1,608				-			
LSD N	-				1,051			
LSD KS x N	-				-			

Karasu uygulaması sonucunda toprak fosforu ekim sonrası dönemine göre azalmış yani vejetasyon boyunca fosfor tüketilmiştir. Olsen ve Dean (1965) toprakların fosfor içeriklerinin sınır değerlerini <3; 3-7; 7-20 ve >20 mg kg⁻¹ aralıklarında (sırasıyla, çok düşük; düşük; yeterli ve yüksek) belirlemişlerdir. Buna göre hasat dönemi topraklarının fosfor içeriği 2014 ve 2015 yılında ‘yeterli’ bulunmuştur. Karasuyun fosfor açısından olumlu etkisi hasat döneminde de devam etmiştir. Kullanılan karasuyun fosfor içeriğinin yüksek olmasının topraktaki yarıyıllık fosfor yoğunluğunun korunmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Hasat sonrasında toprakların fosfor içeriğinde azalma meydana gelmediği karasu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da Chartzoulakis vd. (2010), Rusan ve Malkawi (2016) vurgulanmıştır. Azot uygulamaları fosfor içeriğinde artışa neden olmuştur. Azot uygulanması olmaksızın sadece fosfor ve potasyum uygulamaları, fosfor içeriğine yüksek etkide bulunmamıştır. Karasuyun gübrenin etkisini arttırmış olabileceği düşünülmektedir.

4.3.2.4. Potasyum içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, hasat dönemi topraklarında saptanan potasyum içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu

$p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunurken, 2015 yılında karasu $p < 0,01$ düzeyinde, önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında potasyum içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	10320 *	56446**
Azot	4	311	629
Karasu × Azot	8	413	858
Hata	8	891	611

Çizelge 4.32’de 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında potasyum içeriğine ilişkin ortalamalar ve LSD değerleri verilmiştir.

Karasu uygulamaları açısından 2014 yılı incelendiğinde, en yüksek potasyum içeriği 199 mg kg^{-1} ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş bunu 184 mg kg^{-1} ile KS_1 uygulaması izlerken, en düşük 159 mg kg^{-1} ile KS_0 uygulamasında saptanmıştır. KS_0 ’a göre KS_1 ’de % 15,72 oranında artış KS_2 ’de ise % 25,15 oranında artış gerçekleşmiştir. Sonuç olarak karasu miktarı arttıkça potasyum içeriğinde de artış belirlenmiş ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Azot uygulamalarına göre ise 184 mg kg^{-1} ile en yüksek N_3PK uygulamasından en düşük potasyum içeriği ise 173 mg kg^{-1} ile N_1PK uygulamasından elde edilmiştir. Artan azot dozlarına karşı potasyum içeriği değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiş ve oluşan farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

Karasu × azot interaksyonu açısından en yüksek $\text{KS}_2 \times \text{N}_0\text{PK}$ uygulamasından 211 mg kg^{-1} olarak elde edilmiş, en düşük potasyum içeriği ise 153 mg kg^{-1} ile $\text{KS}_0 \times \text{N}_1\text{PK}$ uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Karasu uygulamaları açısından 2015 yılı incelendiğinde, en yüksek potasyum içeriği 330 mg kg^{-1} ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş, bunu 289 mg kg^{-1} ile KS_1 uygulaması izlemiş ve en düşük potasyum içeriği 235 mg kg^{-1} ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 ’de % 22,97 oranında artış, KS_2 ’de ise % 40,42 oranında artış gerçekleşmiştir. Karasu dozlarının artışıyla

toprakların potasyum içeriği de artmış ve bu artış istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Azot uygulamaları açısından 2015 yılı değerlendirildiğinde, en yüksek potasyum içeriği 291 mg kg^{-1} ile N_3PK dozundan, en düşük ise 277 mg kg^{-1} ile N_1PK dozundan elde edilmiştir. Azot dozlarının artışıyla oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.32. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında potasyum içeriği (mg kg^{-1})

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	157	192	199	183	238	287	348	291
N ₀ PK	155	182	211	182	233	286	340	286
N ₁ PK	153	183	182	173	241	291	300	277
N ₂ PK	155	188	199	180	229	291	316	279
N ₃ PK	174	175	203	184	235	291	346	291
Ort.	159b	184a	199a	180	235c	289b	330a	285
LSD KS	19,47				16,12			
LSD N	-				-			
LSD KS x N	-				-			

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, karasu dozları arttıkça potasyum içeriğinde her iki yılda da artış gözlenmiştir. Karasuyun potasyumca zengin olması ve bitkinin potasyum ihtiyacı çiçeklenmeden sonra azalması hasat döneminde toprakların potasyum içeriğinin yüksek olmasını açıklamaktadır. Weir vd. (1996) pamuk bitkisinin potasyuma en fazla ilk çiçeklenmeden 20 gün sonra gereksinim duyduğunu bildirmiştir. Bedbabis vd. (2010) karasu uygulamalarında toplam azot ve potasyum içeriği artışını $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulmuşlardır. Benzer sonuçları Emongor ve Ramolemana, (2004); Heidarpour vd. (2007) çalışmalarında elde etmişlerdir ve elde edilen bulgular bu çalışmalarla uyum içindedir.

4.3.2.5. Toplam fenol içeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, hasat dönemi topraklarında saptanan toplam fenol içeriğine ait varyans analizi değerleri

Çizelge 4.33’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu ve karasu × azot önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur, 2015 yılında ise sadece karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.33. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında hasat dönemi topraklarında fenol içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	179,3	14,7*
Azot	4	208,2*	1,6
Karasu × Azot	8	111,3*	1,5
Hata	8	89,6	1,8

Çizelge 4.34’te 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarında fenol içeriğine ilişkin ortalamalar ve LSD değerleri gösterilmektedir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamaları bakımından incelendiğinde, en yüksek fenol içeriği $25,64 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_1 uygulamasından elde edilmiş, bunu $22,34 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_0 uygulaması izlerken, en düşük fenol içeriği $20,33 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_2 uygulamasında saptanmıştır. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 14,77 artış elde edilirken, KS_2 de % 8,99 oranında bir azalış meydana gelmiştir. Fenol içeriğine karasuyun belirgin bir etkisi bulunmamıştır.

Azot uygulamalarına göre ise çalışmanın birinci yılında en yüksek fenol içeriği $27,89 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_3PK uygulamasında görülmüş, bunu $24,27 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_1PK uygulaması, $23,36 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_0 uygulaması ve $19,78 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_0PK uygulaması izlemiştir. En düşük fenol içeriği ise $18,55 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_2PK uygulamasından elde edilmiştir. N_0 uygulamasına göre N_1PK ’de % 3,9 oranında artış N_2PK ’de % 20,59 oranında azalma, N_3PK ’de ise % 19,39 oranında artış gözlenmiştir. Artan azot uygulamalarına göre fenol içeriğinde farklılıklar meydana gelmiştir. N_0 uygulamasına göre N_0PK ’de ise % 15,32 azalma gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Karasu × azot interaksiyonu incelendiğinde ise, en yüksek fenol içeriği $KS_1 \times N_3PK$ uygulamasında $39,33 \text{ mg kg}^{-1}$ değeri ile elde edilmiş, bunu $27,67 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $KS_0 \times N_1PK$ takip etmiştir. En düşük ise $17,30 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $KS_1 \times N_1PK$

uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılı karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek fenol içeriği $15,70 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_1 uygulamasında belirlenmiş ancak KS_2 uygulamasındaki $15,69 \text{ mg kg}^{-1}$ değeri ile çok yakındır. En düşük fenol içeriği ise $14,39 \text{ mg kg}^{-1}$ ile KS_0 uygulamasında saptanmıştır. KS_0 'a göre KS_1 'de % 8,44 oranında artarken, KS_2 'de % 9,10 oranında artmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Karasuyun artan dozlarının toprakların fenol içeriğini kontrole göre arttırdığı görülmektedir.

Denemenin ikinci yılında, azot uygulamalarına göre ise en yüksek fenol içeriği $15,52 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_0 uygulamasında, en düşük fenol içeriği ise $14,90 \text{ mg kg}^{-1}$ ile N_0PK uygulamasında gözlenmiştir. Azot uygulamalarının hasat dönemi fenol içeriğindeki değişimi belirgin olmayıp istatistiksel olarak da önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın ikinci yılı karasu \times azot interaksyonuna göre değerlendirildiğinde, en yüksek fenol içeriği $16,25 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $KS_1 \times N_3PK$ uygulamasından en düşük fenol içeriği ise $13,63 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $KS_0 \times N_0PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar farklılık gösterse de istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat dönemi topraklarda fenol içeriği (mg kg^{-1})

	2014				2015			
	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.
N_0	22,25	25,74	22,09	23,36abc	14,25	16,18	16,14	15,52
N_0PK	17,60	21,05	20,70	19,78bc	13,63	15,48	15,58	14,90
N_1PK	27,67	24,76	20,37	24,27ab	14,00	15,13	15,77	14,97
N_2PK	20,82	17,30	17,54	18,55c	14,90	15,44	15,87	15,40
N_3PK	23,37	39,33	20,96	27,89a	15,19	16,25	15,07	15,50
Ort.	22,34	25,64	20,33	22,77	14,39b	15,70a	15,69a	15,26
LSD KS	-				0,77			
LSD N	6,17				-			
LSD KS \times N	9,09				-			

Fenol değerleri denemenin birinci yılında, ikinci yıla göre daha yüksek bulunmuştur. Fenol miktarında meydana gelen azalmanın, çevresel koşullara bağlı olarak yapısının değişerek humik maddelere dönüşmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Elde edilen veriler Sierra vd. (2007); Kapellakis vd. (2015) elde ettikleri bulgularla benzerlik taşımaktadır. Chartzoulakis vd. (2010) fenollerin hızlı bir şekilde bozunduğunu ve izleyen uygulamalardan sonra birikme eğilimi oluşturmadığını bildirmişlerdir. Azot uygulamaları ise birinci yılda topraktaki fenol içeriğinde farklılıklara neden olmuş, fakat ikinci yıl belirgin bir etkisi görülmemiştir.

4.4. Bitki Besin Elementi İçerikleri

4.4.1. Azot İçeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, bitkide saptanan azot içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.35’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu önemli ($p < 0,05$), 2015 yılında ise azot önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında bitki azot içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,93828*	0,39106
Azot	4	0,13025	0,42622*
Karasu × Azot	8	0,06623	0,06362
Hata	8	0,2013	0,18456

Çizelge 4.36’da 2014 ve 2015 yıllarına ait bitkide, azot içeriğine ilişkin ortalama değerler ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamaları açısından bitkideki en yüksek azot içeriği % 3,31 ile KS_0 uygulamasında elde edilmiş bunu % 3,14 ile KS_1 uygulaması izlemiştir. En düşük azot içeriği ise, % 2,92 ile KS_2 uygulamasında elde edilmiştir. KS_0 ’a göre KS_1 ’de % 5,14 oranında, KS_2 ’de ise % 11,78 azalma meydana gelmiştir. Sonuç olarak, uygulanan karasu miktarı arttıkça bitkilerin azot

içeriğinde azalma görülmüştür ve elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Azot uygulamaları açısından 2014 yılı bitkide en yüksek azot içeriği % 3,27 ile N_3PK uygulamasında gözlenmiştir ve bunu % 3,14 ile N_1PK uygulaması izlemiştir ve en düşük azot içeriği % 3,02 ile N_0PK uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsizdir.

2014 yılı bitki azot içeriği karasu \times azot interaksyonu açısından incelendiğinde, en yüksek azot içeriği % 3,47 ile $KS_0 \times N_3PK$ uygulamasından, en düşük ise % 2,81 ile $KS_2 \times N_1PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçta interaksyonun etkisiyle farklılıklar oluşmuş, fakat bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında karasu uygulaması bakımından bitkideki en yüksek azot içeriği % 3,08 ile KS_2 uygulamasında elde edilmiş, bunu % 2,91 ile KS_0 uygulaması izlemiştir ve en düşük azot içeriği ise % 2,83 ile KS_1 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 2,75 azalma, KS_2 uygulamasında ise % 5,84 artma meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortaya çıkan bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın ikinci yılı azot içeriği bakımından en yüksek bitki azot içeriği % 3,17 ile N_3PK uygulamasında gözlenmiş ve bunu % 3,06 ile N_2PK , % 2,87 ile N_1PK uygulamaları izlemiştir. En düşük azot içeriği ise % 2,76 ile N_0PK uygulamasından elde edilmiştir. N_0 uygulamasına göre N_1PK 'de % 1,41 oranında N_2PK 'de % 8,12 oranında ve N_3PK 'de ise % 12,01 artış gözlenmiştir. N_0 uygulamasına göre N_0PK 'de ise % 2,12 azalma gözlenmiştir. Azot dozları arttıkça bitkideki azot içeriğinde artış gözlenmiştir ve ortaya çıkan bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Karasu \times azot interaksyonu açısından 2015 yılı incelendiğinde, en yüksek azot içeriği % 3,26 ile $KS_2 \times N_3PK$ uygulamasından, en düşük azot içeriği ise % 2,58 ile $KS_0 \times N_0PK$ uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.36. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait bitki azot içeriği ortalama değerleri (%)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	3,23	2,99	3,05	3,09	2,79	2,81	2,90	2,83c
N ₀ PK	3,18	3,05	2,83	3,02	2,58	2,69	3,04	2,77c
N ₁ PK	3,42	3,18	2,81	3,14	2,93	2,63	3,04	2,87bc
N ₂ PK	3,26	3,27	2,82	3,12	3,04	3,02	3,14	3,06ab
N ₃ PK	3,47	3,23	3,12	3,27	3,22	3,02	3,26	3,17a
Ort.	3,31a	3,14ab	2,92b	3,13	2,91	2,83	3,08	2,94
LSD KS	0,29				-			
LSD N	-				0,22			
LSD KS x N	-				-			

Denemenin birinci yılında artan karasu dozları bitkinin toplam azot içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Karpouzas vd. (2009) N gübre varlığında, yüksek dozda karasu uygulanmasının, kumlu tınlı toprakta, bitki toksisitesi ile ilgili olarak bitki büyümesinde azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Karasu uygulaması ile ilgili birinci yıl bulguları bu sonuçla örtüşmektedir. Pamuk bitkisinde azot yeterliliği % 3,0-4,5 aralığındadır (Anderson vd.,1971; Sabbe vd., 1972; Sabbe ve Mackenzie 1973; Plank 1988; Hodges ve Hadden 1992; Mullins ve Burmester 1990, 1992, 1993; Reeves ve Mullins 1993). Azot uygulamalarına göre, birinci yılda artan azot dozlarına karşılık bitki toplam azot içeriğinde bir etki gözlenmemiştir. Buna rağmen azot dozlarına göre bitki azot içeriği yeterlilik sınırları içerisinde. Çalışmanın ikinci yılında artan azot dozları bitki azot içeriğinde artışa neden olmuştur, fakat N₁PK dozunda azot düşük; N₂PK ve N₃PK dozlarında azot yeterli görülmektedir. Azotun yapraklardan yeni oluşan kozalara taşınması, yaprağın azot konsantrasyonunun azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlar Magdich vd. (2015)'nin elde ettiği sonuçlarla uygunluk göstermektedir.

4.4.2. Fosfor İçeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında, bitkide saptanan fosfor içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu önemli ($p < 0,05$), 2015 yılında ise karasu ve azot önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.37. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında bitki fosfor içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,02504*	0,00823*
Azot	4	0,0031	0,00438*
Karasu × Azot	8	0,00415	0,00169
Hata	8	0,00397	0,00107

Çizelge 4.38’de 2014 ve 2015 yıllarına ait bitkide fosfor içeriğine ilişkin ortalamalar ve LSD değerleri verilmiştir.

Karasu uygulamaları açısından denemenin birinci yılı değerlendirildiğinde, en yüksek fosfor içeriği % 0,26 ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş, bunu % 0,21 ile KS_1 dozu izlerken, en düşük fosfor içeriği % 0,20 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 uygulamasında % 5 oranında artış, KS_2 uygulamasında ise % 30 oranında artış bulunmuştur. Karasu miktarı arttıkça bitkinin fosfor içeriğinde artış belirlenmiş ve elde edilen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çalışmanın birinci yılında azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek fosfor içeriği % 0,24 ile N_0PK uygulamasından, en düşük fosfor içeriği ise % 0,21 ile N_2PK uygulamasından elde edilmiştir. Azot uygulamalarının bitkinin fosfor içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Karasu × azot interaksiyonu bakımından çalışmanın birinci yılı incelendiğinde en yüksek fosfor içeriği % 0,30 ile $KS_2 \times N_0$ uygulamasından, en düşük fosfor içeriği ise % 0,16 ile $KS_0 \times N_0PK$ uygulamasından elde edilmiş ve elde edilen bulgular istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılı karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek fosfor içeriği % 0,28 ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş bunu % 0,26 ile KS_1 dozu izlemiş ve en düşük fosfor içeriği ise % 0,24 ile KS_0 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 ’a göre KS_1 ’de % 8,33 oranında KS_2 ’de ise % 16,67 oranında artış

gözlenmiştir Karasu miktarı artışına bağlı olarak yaprakların fosfor içeriğinde de paralel olarak artış belirlenmiş ve oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılında azot uygulamalarında en yüksek fosfor içeriği % 0,28 ile N_0PK uygulamasından elde edilmiş, bunu % 0,27 ile N_1PK uygulaması ve % 0,26 ile N_0 izlemiştir. En düşük fosfor içeriği ise, % 0,24 ile N_2PK ve N_3PK uygulamalarında bulunmuştur. N_0 uygulamasına göre, N_1PK 'de % 3,84 oranında artış, N_2PK ve N_3PK 'de % 7,69 azalma belirlenmiştir. Kontrole (N_0) göre N_0PK uygulamasında ise % 7,69 artış belirlenirken, azot uygulamaları sonucunda meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Karasu \times azot interaksiyonu açısından çalışmanın ikinci yılı incelendiğinde, en yüksek fosfor içeriği % 0,31 ile $KS_2 \times N_0PK$ uygulamasından, en düşük fosfor içeriği ise % 0,16 ile $KS_0 \times N_2PK$ uygulamasından elde edilmiş ve bulgular istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait bitki fosfor içeriği (%)

	2014				2015			
	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.	KS_0	KS_1	KS_2	Ort.
N_0	0,22	0,21	0,30	0,24	0,23	0,26	0,29	0,26ab
N_0PK	0,16	0,24	0,28	0,23	0,27	0,25	0,31	0,28a
N_1PK	0,24	0,19	0,23	0,22	0,25	0,29	0,26	0,27a
N_2PK	0,19	0,19	0,23	0,21	0,21	0,24	0,27	0,24b
N_3PK	0,19	0,21	0,25	0,22	0,23	0,23	0,26	0,24b
Ort.	0,20b	0,21b	0,26a	0,22	0,24b	0,26ab	0,2a	0,26
LSD KS	0,041				0,021			
LSD N	-				0,023			
LSD KS \times N	-				-			

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bitkinin fosfor içeriği her iki yılda da karasuya olumlu cevap vermiştir. Karasuyun artışıyla fosfor miktarının artmasına karşın bitkide toksik etkiye neden olmamıştır. Pamuk bitkisinin fosfor içeriği, kritik değerleri olan % 0,15-0,65 (Anderson vd.,1971; Sabbe vd., 1972; Sabbe ve Mackenzie 1973; Plank 1988; Hodges ve Hadden 1992; Mullins ve Burmester

1990, 1992, 1993; Reeves ve Mullins 1993) arasında değişmektedir. Bu sınır değerlere göre bitkinin fosfor içeriği yeterli görünmektedir. Pamuk bitkisinin olgunlaşmasına bağlı olarak yapraklarda azot, fosfor, potasyum, demir, bakır ve çinko seviyeleri düşer (Rochester vd., 2012). Çalışmada fosfor içeriğinde azalma gözlenmemesinin nedeni karasuyun etkisiyle olabileceği düşünülmektedir. Panagiotopoulos (2001) ve Magdich vd. (2015) çalışmalarında bu bulguları destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir.

4.4.3. Kalsiyum İçeriği

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında bitkide saptanan kalsiyum içeriğine ait varyans analizi değerleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır, 2015 yılında ise azot önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.39. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında bitki kalsiyum içeriğine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	0,01271	0,02013
Azot	4	0,01123	0,05544*
Karasu × Azot	8	0,0039	0,00568
Hata	8	0,00937	0,08217

Çizelge 4.40'ta 2014 ve 2015 yıllarına ait bitkide kalsiyum içeriğine ilişkin ortalama değerler ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamalarına göre en yüksek kalsiyum içeriği % 0,35 ile KS_2 uygulamasından elde edilmiş, bunu % 0,33 ile KS_0 uygulaması takip etmiş ve en düşük kalsiyum içeriği ise % 0,31 ile KS_1 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 'a göre KS_1 'de % 6,06 azalma KS_2 'de % 6,06 artma gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli değildir.

Denemenin birinci yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek kalsiyum içeriği % 0,37 ile N_2PK uygulamasından, en düşük kalsiyum içeriği ise % 0,30 ile N_0PK uygulamasında belirlenmiştir. Azot uygulamaları açısından farklılıklar gözlenirse de sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre karasu uygulamalarının kalsiyum alımını etkilemediği saptanmıştır.. Magdich vd. (2015) çalışmasında farklı seviyelerde karasu uygulamalarının yaprakta ve meyvede Chartzoulakis vd. (2010) ise yaprakta kalsiyum içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir. Azot uygulamalarının bitki kalsiyum içeriğine etkisinin ise belirsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.5. Bitki Stress Analizleri

4.5.1. Prolin Miktarı

Farklı karasu ve azot uygulamalarına bağlı olarak 2014 ve 2015 yıllarında saptanan prolin miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.41’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2014 yılında karasu önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur, 2015 yılında ise herhangi bir faktör önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.41. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarında prolin miktarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	SD	Kareler Ortalaması	
		2014	2015
Karasu	2	33,5*	1,63
Azot	4	7,1	1,303
Karasu × Azot	8	17,3	1,90
Hata	8	2,5	1,85

Çizelge 4.42’de 2014 ve 2015 yıllarına ait prolin miktarına ilişkin ortalama ve LSD değerleri verilmiştir.

Denemenin birinci yılında karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek prolin miktarı $9,60 \mu\text{M g}^{-1}$ ile KS_2 uygulamasında belirlenirken, bunu $8,16 \mu\text{M g}^{-1}$ ile KS_0 uygulaması takip etmiş ve en düşük prolin miktarı $7,32 \mu\text{M g}^{-1}$ ile KS_2 dozundan elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 ’de % 17,7 oranında artış KS_2 ’de ise % 10,3 oranında azalış gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çalışmanın birinci yılı azot uygulamalarına göre incelendiğinde, en yüksek prolin miktarı $9,52 \mu\text{M g}^{-1}$ ile N_2PK uygulamasından, en düşük prolin miktarı $7,67 \mu\text{M}$

g^{-1} ile N_0 uygulamasından elde edilmiştir. Azot uygulamalarının bitkide prolin miktarına etkisinin belirsiz ve istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

Çalışmanın birinci yılı karasu \times azot interaksyonu açısından incelendiğinde, en yüksek prolin miktarı $12,34 \mu M g^{-1}$ ile $KS_1 \times N_2PK$ uygulamasından elde edilirken, en düşük $5,77 \mu M g^{-1}$ ile $KS_0 \times N_1PK$ uygulamasında belirlenmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmanın ikinci yılı karasu uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek prolin miktarı $5,37 \mu M g^{-1}$ ile KS_1 de gözlenirken, bunu $5,05 \mu M g^{-1}$ ile KS_0 uygulaması izlemiş ve en düşük prolin miktarı $4,86 \mu M g^{-1}$ ile KS_2 uygulamasından elde edilmiştir. KS_0 uygulamasına göre KS_1 'de % 6,33 oranında artış, KS_2 'de ise % 3,76 oranında azalma gözlenmiştir. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılı azot uygulamaları açısından incelendiğinde, en yüksek prolin miktarı $5,40 \mu M g^{-1}$ ile N_1PK uygulamasından, en düşük $4,60 \mu M g^{-1}$ ile N_2PK uygulamasından elde edilmiştir. Azot uygulamalarına göre prolin değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir ve prolin miktarına azot uygulamalarının etkisinin belirsiz olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın ikinci yılı karasu \times azot interaksyonu açısından incelendiğinde, en yüksek prolin miktarı $5,91 \mu M g^{-1}$ ile $KS_1 \times N_0$ uygulamasından elde edilirken, en düşük $4,08 \mu M g^{-1}$ ile $KS_1 \times N_2PK$ uygulamasında gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.42. Farklı karasu ve azot uygulamalarına göre 2014 ve 2015 yıllarına ait prolin miktarı ortalama değerleri ($\mu\text{M g}^{-1}$)

	2014				2015			
	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.	KS ₀	KS ₁	KS ₂	Ort.
N ₀	7,39	8,53	7,09	7,67	4,89	5,91	4,42	5,10
N ₀ PK	9,91	7,56	7,08	8,18	5,18	4,87	5,15	5,10
N ₁ PK	5,77	9,53	9,43	8,24	5,47	5,62	5,01	5,40
N ₂ PK	8,38	12,34	7,83	9,52	4,66	4,08	5,15	4,60
N ₃ PK	9,36	10,06	5,15	8,19	5,07	6,36	4,57	5,33
Ort.	8,16b	9,60a	7,32b	8,36	5,05	5,37	4,86	5,09
LSD KS	1,02				-			
LSD N	-				-			
LSD KS x N	-				-			

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde prolin değerlerinin yüksek olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada tuz ve besin içeriklerinde herhangi bir aşırılık görülmemiştir yani stres oluşturabilecek bir özellik net olarak belirlenmemiştir. Aynı zamanda prolin birikiminin sebep olduğu yapraklarda erken yaşlanma etkisine rastlanmamıştır. Çalışmada prolin içeriğine azot uygulamalarının etkisi belirgin olarak gözlenmemiştir. Hare ve Cress (1997); Bian vd. (1988) prolinin, bitkide stres oluştuğunda birikerek bitkinin dayanım yeteneği kazanmasında görev yapan bir aminoasit olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların bu bulguları çalışma sonucundaki düşük prolin içeriğini ve herhangi bir stres belirtisinin bitkilerde görülmemesini açıklamaktadır.

5. SONUÇ

Bu araştırma farklı seviyelerde karasu ile farklı miktarlarda azot uygulamalarının pamuk bitkisinin verimine, gelişimine ve lif kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla; 2014 ve 2015 yıllarında Aydın ili Nazilli ilçesinde yer alan Pamuk Araştırma Enstitüsü deneme ve uygulama alanlarında yapılmıştır.

İki yıl süren çalışma sonucunda karasuyun verim ve verim unsurları, incelenen lif kalite özellikleri, bazı toprak ve bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma iki yıl üst üste aynı koordinatlarda (çakılı) yapılması nedeniyle pek çok faktör denemenin ikinci yılında değişkenlik göstermiştir.

Karasu uygulaması kütlü pamuk veriminde olumlu etkiler göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre çalışmanın birinci yılı en yüksek verim $1,5 \text{ t da}^{-1}$ uygulamasından elde edilmiş bunu 3 t da^{-1} uygulaması takip etmiştir. İkinci yıl ise en yüksek verim 3 t da^{-1} uygulamasından elde edilirken bunu $1,5 \text{ t da}^{-1}$ uygulaması izlemiştir. En düşük verimler her iki yılda da karasu uygulaması yapılmamış (kontrol) parsellerden elde edilmiştir. Azot uygulamalarına göre ise birinci yıl en yüksek verim 15 kg da^{-1} uygulamasından elde edilmiş bunu 10 kg da^{-1} uygulaması izlemiştir, fakat her iki uygulama da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. İkinci yıl ise en yüksek verim yine dekara 15 kg da^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük verimler birinci yıl azot uygulaması yapılmamış (kontrol) konudan elde edilirken ikinci yıl 10 kg da^{-1} uygulamasından elde edilmiştir.

Kütlü pamuk veriminin en önemli unsuru olan koza sayısı artan karasu dozlarından etkilenmiştir. Birinci yıl en yüksek koza sayısı dekara $1,5$ ton dozundan, ikinci yıl ise dekara 3 ton dozundan elde edilmiştir. En düşük koza sayısı her iki yılda da kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Koza sayısına azot uygulamalarının birinci yılda etkisi belirgin bulunmamıştır. İkinci yıl ise koza sayılarında önemli farklılıklar oluşmuştur. İkinci yıl en yüksek koza sayısı dekara 15 kg azot uygulamasında saptanmıştır. Fosfor ve potasyum uygulaması açısından birinci yıl en yüksek koza sayısı sonucuna ulaşılırken, ikinci yıl bu uygulamayla en düşük koza sayısı elde edilmiştir.

Karasu uygulamaları çalışmanın her iki yılında da bitki boyuna pozitif etkili olmuştur. Karasu dozları arttıkça bitki boyunda artış belirlenmiştir. Çalışmanın her

iki yılında da en yüksek verim 3 t da^{-1} uygulamasında, en düşük bitki boyu kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Azot uygulamaları bitki boyunda artış sağlamış en yüksek bitki boyu birinci yıl 10 kg da^{-1} uygulamasından ikinci yıl ise 15 kg da^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Birinci yıl 15 kg da^{-1} uygulamasına kadar artış gözlemlenirken, bu dozda kontrole göre % 0,1 oranında bir azalma meydana gelmiştir. İkinci yıl azot dozları arttıkça bitki boyunda da artış gözlemlenmiş, fakat sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın her iki yılında da karasu uygulamaları karşısında erkencilik düzensiz bir değişim göstermiştir. Birinci yıl en yüksek erkencilik değeri kontrol uygulamasından, ikinci yıl $1,5 \text{ t da}^{-1}$ uygulamasından elde edilmiştir. İkinci yıl kontrol uygulaması ve 3 t da^{-1} uygulaması istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır. En düşük erkencilik değerleri birinci yılda 10 kg da^{-1} uygulamasında ikinci yıl 5 kg da^{-1} uygulamasında görülmüştür. Birinci yıl azot uygulamaları karşısında erkencilik değerlerinde dalgalanmalar belirlenirken, ikinci yıl azot dozlarının artışıyla erkencilik değerlerinin düştüğü belirlenmiştir.

Karasuyun verim ve verim unsurları üzerine etkisinin, çalışmanın her iki yılında da olumlu olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın birinci yılında $1,5 \text{ t da}^{-1}$ karasu uygulaması kütlü pamuk veriminde ve koza sayısında başarılı bir uygulama olmuştur. Bununla birlikte 3 t da^{-1} uygulaması, her iki yılda da gözlemlenen özellikler üzerinde olumlu etki yaratmıştır. Azot dozları açısından verim özelliklerinde ise en ideal doz 10 kg da^{-1} olarak gözlemlenmiştir. Karasuyun hem $1,5 \text{ t da}^{-1}$ dozu hem de 3 t da^{-1} dozu pamuk üretiminde uygun görülmektedir. Aynı zamanda azot dozları açısından ise 10 kg da^{-1} ve 15 kg da^{-1} uygulamalarıyla yüksek verim elde edilmiştir. Karasu ile birlikte azotlu gübre uygulanacaksa $1,5 \text{ t da}^{-1}$ karasu ile 10 kg da^{-1} azot uygun doz olarak görünmektedir. Bu şekilde istenilen verimin elde edilmesinde daha az kimyasal gübre kullanımı sağlanabilir. Azotlu gübre kullanılmaması/kullanımının tercih edilmemesi durumunda 3 t da^{-1} karasu dozu pamuk üretiminde tek başına yeterli olabilme potansiyeli göstermektedir.

Kalite özelliklerinde lif uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde denemenin her iki yılında karasu uygulamasının bir değişime neden olmadığı gözlemlenmiştir. Azot uygulaması yönünden birinci yıl bir farklılık oluşmazken, ikinci yıl istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmiştir. İkinci yıl en büyük lif uzunluğu 10 kg da^{-1} azot dozundan elde edilmiştir.

Toprak özellikleri üzerine karasuyun etkisi ekimden sonra ve hasat olmak üzere iki dönemde incelenmiştir. Ekim döneminde toprak reaksiyonu (pH) çalışmanın birinci yılında karasu dozları arttıkça yükselmiş, ikinci yıl ise düşmüştür. Azot uygulamaları pH değerlerinde her iki yılda da belirgin bir değişim meydana getirmemiştir. Hasat döneminde ise her iki yılda da pH karasu uygulaması öncesindeki değerine geri dönmüştür. Karasuyun artan dozları toprakların eriyebilir tuz içeriğine birinci yılda ekimden sonraki dönemde etkili bulunmazken, hasat döneminde arttığı belirlenmiş fakat bu artışın toprakların tuzluluğunu artıracak düzeyde olmadığı gözlenmiştir. İkinci yıl ise ekimden sonra ve hasat döneminde karasu dozlarının artışıyla toprak tuzluluğunda artış gözlenmiş, fakat bu artışın toprağın tuzluluğunu bitki gelişimini ve toprak verimliliğini düşürecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir. En yüksek tuz içeriği her iki yılda da izlenen her dönemde karasuyun 3 t da⁻¹ dozunda gözlenmiştir. Azot uygulamaları toprakların toplam eriyebilir tuz içeriği değerlerinde dalgalanmalara neden olmuş ve belirgin bir etkisi görülmemiştir.

Toprakların organik madde içeriği, karasu uygulamalarından olumlu etkilenmiştir. Birinci ve ikinci yılda da karasu dozları arttıkça organik madde içeriği de artmış, fakat bu artış birinci yıl istatistiksel açıdan önemli bulunurken, ikinci yıl ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek değerler birinci yılda 3 t da⁻¹ dozunda, ikinci yılda 1,5 t da⁻¹ ve 3 t da⁻¹ dozlarında elde edilmiştir. Azot uygulamalarında ise birinci yıl azot dozları arttıkça organik madde içeriğinde azalma belirlenirken, ikinci yıl ise azotun etkisi belirsizdir.

Toprakların azot, alınabilir fosfor ve potasyum içeriğine karasuyun olumlu yönde etkisinin olduğu görülmüştür. Çalışmanın her iki yılında da karasu uygulaması toprakların azot, alınabilir fosfor ve potasyum içeriğinde artışa neden olmuş ve en yüksek değerler karasuyun 3 t da⁻¹ dozundan elde edilmiştir. Pamuğun vejetatif gelişme döneminde azot, fosfor ve potasyum içeriğine karasu × azot interaksiyonunun etkili olduğu, hasat döneminde ise karasuyun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Toprakların sodyum içeriği birinci yılda sadece vejetatif dönemde karasuyun artan dozlarına karşılık artarken hasat döneminde ve çalışmanın ikinci yılında önemli bulunmamıştır. Azot uygulamaları birinci yıl toprakların azot içeriğinde etkili olurken; fosfor, potasyum ve sodyum içeriğinde belirgin bir etkisi olmamış, ikinci yıl ise fosfor içeriğinde etkili görülmüştür.

Toprakların toplam fenol içeriği bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde bulunmamıştır. Hasat döneminde birinci yıl azot uygulamasından, ikinci yıl ise karasu uygulanmasından etkilenmiştir. Her iki yılda en yüksek fenol içeriği 1,5 t da⁻¹ karasu dozundan elde edilmiştir. Azot uygulamalarına göre birinci yıl, en yüksek fenol içeriği 15 kg da⁻¹ azot dozundan, en düşük 10 kg da⁻¹ azot dozundan elde edilmiştir. İkinci yıl azotun belirgin bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Karasu uygulamalarının incelenen toprak özellikleri üzerinde olumlu etkide bulunduğu, toksik bir etkiye sebep olmadığı belirlenmiştir. Ekimden sonra alınan toprakların besin elementi içerikleri, vejetasyon boyunca bitkinin tüketmesi nedeniyle, hasat dönemine göre daha düşük bulunmuştur. İncelenen parametrelere göre toprak özelliklerini geliştirmede 3 t da⁻¹ dozu daha uygun görünmektedir. Azotun etkisi çoğu özellikte dalgalanmalar göstermiştir ve etkisinin belirsiz kaldığı görülmüştür.

Bitki besin elementi içerikleri, pamuğun çiçeklenme döneminde (% 60 çiçeklenme veya tam çiçeklenme) karasu ve azot uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Bitkinin toplam azot içeriğine karasuyun etkisi değerlendirildiğinde, artan karasu dozları karşısında azot içeriğinin azaldığı gözlenmiştir. En yüksek toplam azot içeriği kontrol uygulamasından, en düşük ise 3 t da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İkinci yıl etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır. İkinci yıl en yüksek azot içeriği 3 t da⁻¹ dozunda en düşük ise 1,5 t da⁻¹ dozunda belirlenmiştir. Azot uygulamaları açısından birinci yılda etkisiz bulunurken, ikinci yılda azot dozlarının artmasına karşılık bitkinin toplam azot içeriği artmıştır. En yüksek azot içeriği her iki yılda da 3 t da⁻¹ uygulamasından elde edilirken, en düşük kontrol dozlarından elde edilmiştir.

Karasu uygulamaları bitki fosfor içeriğinde her iki yılda da önemli değişimler meydana getirmiştir. Çalışmanın her iki yılında da karasu dozları arttıkça bitki fosfor içeriği de artmış ve en yüksek fosfor içeriği 3 t da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. Azot uygulamalarına göre birinci yıl bir değişim olmazken ikinci yıl en yüksek fosfor içeriği, N₀PK uygulamasında saptanmıştır. Karasu uygulaması özellikle 3 t da⁻¹ dozu bitkinin fosfor içeriğinde fosfor potasyum uygulamasından daha etkili olmuştur.

Bitkinin kalsiyum içeriğinde karasu uygulamalarının önemli bir farklılık oluşturmadığı gözlenmiştir. Azot uygulamaları açısından kalsiyum içeriği

istatistiki açıdan önemli bulunsa da azot dozları arttıkça değerlerde dalgalanmalar gözlenmiştir. Çalışmada bitki stres unsurlarından prolin değerleri de gözlenmiştir. Pamuk bitkisi karasu uygulamasından olumsuz etkilenmemiştir ve bitki gelişimini durduracak/engelleyecek düzeyde gelişmeler ortaya çıkmamıştır. Bu nedenle bitki tarafından prolin birikimi teşvik edilmemiştir. Azot dozlarının prolin içeriğinde belirgin bir etkisine rastlanmamıştır.

Bu çalışmada da pamuk üretiminde bitkinin azot, fosfor ve potasyum ihtiyacını karşılamadaki yeteneği ve bununla birlikte toprağın bazı özelliklerinde meydana getirebileceği yararlar ile azotlu gübreye göre etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda pamuğun ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve potasyum gibi besin elementlerini karşılayabilme yeteneğine sahip olduğu, verimde ve toprak organik maddesinde artış sağlayabileceği görülmüştür. İki yıl üst üste uygulanmasına karşın bitki gelişiminde ve toprak özelliklerinde olumsuz yönde bir etki oluşturmamıştır. Tarımsal üretimde önemli rolü olan azotlu gübrelerin performansının bu çalışmada belirgin olarak ortaya çıkmaması karasu-kimyasal gübre kombinasyonları ile ilgili daha fazla çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aguilar, M.J., 2010. Fixation of ammonium-N and nitrate-N with olive oil mill wastewaters. **Environmental Technology**, 31: 395-398.
- Ahmad, N., Rashid, M., Vaes, A.G., 1996. Fertilizer and Their Use in Pakistan.NFDC Publication No: 4/96, 2nd Edition, p.274.
- Aliotta, G., Cafiero, G., De Feo, V., Di Blasio, B., Iacovino, R., Oliva, A., 2000. Allelochemicals from rue (*Ruta graveolens* L.) and olive (*Olea europea* L.) oil mill waste as potential natural pesticides. **Current Topics in Phytochemistry**, 3: 167-177.
- Anderson, O.E., Perkins, H.F., Carter, R.L., Jones, J.B., Jr., 1971. Plant Nutrient Survey of Selected Plants and Soils of Georgia. Athens (GA): Georgia Agricultural Experiment Station. Research Report 102.
- Annim, 2015. United States Department of Agriculture, 2016. www.usda.gov. Erişim Tarihi: 20.03. 2016
- Anonim, 2015a. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AYDIN>. Erişim Tarihi: 25.02.2016
- Anonim, 2015c. Cotton Nutrition and Fertilization. International Plant Nutrition Institute (IPNI), No: 7
- Anonim, 2016. Monthly Economic Letter. <http://www.cottoninc.com>. Erişim: 20.03.2016
- Anonim, 2016a. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim Tarihi: 03.03.2016
- Anonim, 2016b. 2014-2015 İncir, Kestane, Zeytin-Zeytinyağı ve Pamuk Sektör Raporları. <http://www.nazillitb.org.tr>. Erişim Tarihi: 10.02.2016
- Anonim, 2016c. İklim Sınıflandırmaları. Klimatoloji Şube Müdürlüğü. iklimsube@mgm.gov.tr. Erişim Tarihi: 10.01.2016
- Anonim, 2016d. İklim Verileri. www.mgm.gov.tr. Erişim Tarihi: 29.01.2016

- Anonim,2015b.<http://www.prota4u.info/protav8.asp?h=M4&t=Gossypium&p=Gossypium+hirsutum>. Erişim tarihi: 13.04.2015
- Azabou, S., Najjar, W., Gargoubi, A., Ghorbel, A., Sayadi, S., 2007. Catalytic wet peroxide photo-oxidation of phenolic olive oil mill wastewater contaminants. Part II. Degradation and detoxification of low-molecular mass phenolic compounds in model and real effluent. **Applied Catalysis B: Environmental**, 77: 166-174.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant Soil**, 39, 205-207.
- Bedbabis S., Ferrara, G., Ben Rouina, B., Boukhris, M., 2010. Effects of irrigation with treated wastewater on olive tree growth, yield and leaf mineral elements at short term. **Scientia Horticulturae**, 126: 345–350.
- Belaqziza, M., El-Abbassib, A., Lakhalec, E.K., Agrafiotid, E., Galanakisd, C.M., 2016. Agronomic application of olive mill wastewater: effects on maize production and soil properties. **Journal of Environmental Management** 171: 158–165.
- Bell, P.F., Boquet, D.J., Millhollon, E., Moore, S., Ebelhar, W., Mitchell, C.C., Varco, Funderburg, J.E.R., Kennedy, C., Breitenbeck, G.A., Craig, C., Holman, M., Baker, W., McConnell J.S., 2003. Relationships between leaf-blade nitrogen and relative seed cotton yields. **Crop Science** 43: 1367– 1374.
- Ben Rouina, B., K. Gargouri, M. Abichou, and H. Taamallah, 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.
- Berger, J., 1969. In the World's Major Fiber Crops their Cultivation and Manuring. Part 1, Flax, 209-213

- Bian Y.M., Chen, S.Y., Liu S.K., Xie, M.Y., 1988. Effects of HF on proline of some plants. **Plant Physiology Journal**, 6
- Bibi, Z., Khan, N., Mussarat, M., Khan, M.J., Ahmad,R., Khan, I. U., Shahen, S., 2011. Response of *Gossypium hirsutum* genotypes to various nitrogen levels. **Pak. J. Bot.**, 43(5): 2403-2409.
- Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U.,Mayee, C.D., 2004. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). **Bioresource Technology**, 96 (3): 345–349.
- Bonari, E., Macchia, M., Angelini, L.G., Ceccarini, L., 1993. The waste waters from olive oil extraction: their influence on the germinative characteristics of some cultivated and weed species. **Agricoltura Mediterranea**, 123: 273-280.
- Boquet, D.J., Moser, E.B., Breitenbeck, G.A., 1993. Nitrogen effects on boll production of field-grown cotton. **Agronomy Journal**, 85: 34-39.
- Borja, R., Raposo, F., Rincón, B., 2006. Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills. **Grasas y Aceites**, 57: 32-46
- Bouyoucos, G.S., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. **Agronomy Journal**, 43: 434-438.
- Box, J.D., 1983. Investigation of the Folin Ciocalteu phenol reagent for the determination of polyphenolic substances in natural waters. **Water Research**, 17: 511-522
- Bradow, J.M., Davidonis, G.H., 2000. Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: A physiologist's perspective. **The Journal of Cotton Science**, 4: 34-64
- Braschi, I., Ciavatta, C., Giovannini, C., Gessa, C. 2003. Combined effect of water and organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 67; 67-74

- Bremner, J.M., 1965. Methods of Soil Analysis Part 2., Chemical and microchemical properties. Ed. C.A.Black., AM.Soc. of Agr. Inc., Publisher Agronomy Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.AX. 4-8 Jan. 2000. Nat. Cotton Council of Am., Memphis, TN.
- Brunetti, G., Senesi, N., Plaza, C., 2007. Effects of amendment with treated and untreated olive oil mill wastewaters on soil properties, soil humic substances and wheat yield. **Geoderma**, 138: 144-152.
- Cabrera, F., Lopez, R., Martinez-Bordiu, A., Dupuy de Lome, E., Murillo, J.M., 1996. Land treatment of olive oil mill wastewater. **International Biodeterioration and Biodegradation**, 38: 215-225.
- Capasso, R., Cristinzio, G., Evidente, A., Scognamiglio, F., 1991. Isolation, spectroscopy and selective phytotoxic effects of polyphenols from vegetable wastewater. **Phytochemistry**, 31: 4125-4128.
- Cassman, K.G., 1996. Cotton. In: W.F. Bennett (Ed.) Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. **The American Phytopathological Society**, 111-119.
- Chaari, L., Elloumi, N., Gargouri, K., Bouruina, B., Michichi, T., Kallel, M., 2014. Evolution of several soil properties following amendment with olive mill wastewater. **Desalination and Water Treatment**, 52: 2180-2186.
- Chaari, L., Elloumi, N., Mseddi, S., Gargouri, K., Rouina, B.B., Mechichi, T., Kallel, M., 2014a. Effects of olive mill wastewater on soil nutrients availability. **International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies**, 2: 175-183.
- Chaari, L., Elloumi, N., Mseddi, S., Gargouri, K., Rouina, B.B., 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.

- 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 & Environment** 138: 293–298.
- Chiles, J.W., Chiles, J.L., 1991. The benefits of a starterfertilizer high in phosphate that can be sprayed on the leaves of seedling cotton. **In: 8th Cotton Soil Management and Pant Nutrition Research Conference**. Beltwide Cotton Conferences. July 1991, p. 943. National Cotton Council of America. Memphis, TN, USA.
- Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniveristesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Çolakoğlu, H., Atalay, İ.A., 1982. Ege Bölgesi Koşullarında Yetiştirilen Pamuğun Mineral Besin Kapsamları ve Bunların Toprak-Bitki ve Ürün ile Olan İlişkileri. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Proje No: TOAG-360, Ankara.
- Di Benea, C., Pellegrino E., Debolinia, M., Silvestrib, N., Bonaria, 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 -33.
- Di Serioa, M.G., Lanzaa, B., Mucciarella, M.R., Russia, F., Iannuccia, E., Marfisia, P., Madeob A., 2008. Effects of Olive Mill Wastewater Spreading on the Physico-Chemical and Microbiological Characteristics of Soil. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 62 (4): 403–407.
- Durucan, Z., Gördük, Y., 2002. Karasu Bertarafı ve Yasal Çerçevesi. Karasu Bertarafı ve Yasal Çerçevesi. **1. Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Çalıştayı**, (07-09 Haziran 2002), ss. 293-299, Balıkesir.
- Emiroğlu, Ş.H., 1970. Değişik Sulama, Gübreleme ve Ekim Mesafesi Şartları Altında Coker Pamuğunun Verimle İlgili Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 157.

- Emongor, V.E., Ramolemana, G.M., 2004. Treated sewage effluent (water) potential to be used for horticultural production in Botswana. **Physics and Chemistry of the Earth**, 29: 1101-1108.
- Erdem, S., Yarımtepe, C.C., Öz, N.A., 2015. Zeytin Karasuyunun Arıtım Yöntemleri. **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** 1: 81-110.
- Fangueiroa, D., López-Piñeirob, A., Rato Nunesac, J.M., Cabrala, F., 2015. Single and Combined Application of Two-Phase Olive Mill Waste and Dairy Cattle Slurry to Soil: Short-Term Effects on N and C Dynamics. **Soil Science and Plant Nutrition**, 61(2): 327-336.
- Fiestas Ros de Urcinos J.A., 1986. Vegetation Water Used as Fertilizer. In: FAOUNDP (Ed) Proceedings of the International Symposium on Olive By-products Valorization, pp: 321-330.
- Fritschi, F.B., Roberts, B.A., Travis, R.L., Rains, D.W., Hutmacher, R.B., 2004. Seasonal nitrogen concentration, uptake, and partitioning pattern of irrigated Acala and Pima cotton as influenced by nitrogen fertility level. **Crop Science** 44: 516–527.
- Gardner, B.R., Tucker, T.C., 1967. Nitrogen Effects on Cotton: I. Vegetative and Fruiting Characteristics. **Soil Science Society of America Journal**, 31: 780-785.
- Gençer, O., Yelin, N.D., 1983. Pamuk Bitkisinde Erkencilik Kriterlerinin Kalıtımı ve Verimle İlişkileri Üzerine Bir Araştırma. Tarım ve Orman Bakanlığı Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 40, Adana.
- Geng, J., Ma, o., Chen, J., Zhang, M., Li, C., Yang, Y., Yang, X., Zhang, W., Liu, Z., 2016. Effects of polymer coated urea and sulfur fertilization on yield, nitrogen use efficiency and leaf senescence of cotton. **Field Crops Research**, 187: 87–95.
- Ghani, A., Dexter, M., Perrott, W.K., 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilization, grazing and cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**, 35: 1231–1243.

- Grimes, D.W., El-Zik, K.M., 1990. Cotton In: Stewart,B.A., Nielsen,D.R. (Eds),
Irrigation of Agricultural Crops-Agronomy Monograph, No:30, p.741-748
- Gürbüz, S., Cılız K, N., Yenigün, O., 2012. Zeytinyağı Endüstrisinde Temiz
Üretim Uygulamaları. Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü.
- Hachicha, S., Chtourou, M., Medhioub, K., Ammar, E., 2006. Compost of poultry
manure and olive mill wastes as an alternative fertilizer (Abstract).
Agronomy for Sustainable Development, 26: 135-142.
- Haddad G., Karam, L., El Korhani, O., Chehab-Khoury, R., El-Ali, F.,
Mouneimne, A.H., 2014. Effects of olive mill wastewater on soil
properties and seed germination. **Middle East Journal of Agriculture
Research**, 3: 425-447.
- Hakoomat A., Raheel, A. H., 2011. Growth, Yield and Yield Components of
American Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) As affected by cultivars and
nitrogen fertilizer. **International Journal of Scientific & Engineering
Research**, 2: 1-12.
- Hanifi, S., El Hadram., I., 2008. Phytotoxicity and Fertilising Potential of Olive
Mill Waste Waters Fertigation: Impact on Physiological and Agronomical
Parameters in Maize (*Zea mays*). **Agronomy for Sustainable
Development**, 28: 313-319.
- Hare, P.D., Cress, W.A., 1997. Metabolic implications of stress-induced proline
accumulation in plants. **Plant Growth Regulation**, 21: 79-102.
- Harem, E., 2014. Türkiye Pamuk Çeşit Kataloğu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık
Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Pamuk
Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Yayın no:74, Nazilli.
- Hassan., M., Muhammed, T., Nasrullah, M., Iqbal, M., Nasir, A., Haq., Inamul,
2003. Cotton Response to Split Application of Nitrogen Fertilizer. **Asian
Journal of Plant Sciences** 2 (6): 457-460.

- Haynes, R.J., Francis, G.S., 1993. Changes in microbial biomass C, soil carbohydrate composition and aggregate stability induced by growth of selected crop and forage species under field conditions. **Journal of Soil Science**, 44: 665–675
- Heidarpour, M., Mostafazadeh-Fard, B., Abedi Koupai, J., Malekian, R., 2007. The effects of treated wastewater on soil chemical properties using subsurface and surface irrigation methods. **Agricultural Water Management**, 90: 87–94.
- Hernández-Cruz A.E., Sánchez, E., Preciado-Rangel, P., García-Bañuelos, M.L., Palomo-Gil, A., Espinoza-Banda, A., 2015. Actividad de la Nitrato Reductasa, Biomasa, Rendimiento y Calidad en Algodón en Respuesta a la Fertilización Nitrogenada. *Revista Internacional De Botanica Experimental*, 84: 454-460
- Hodges, S.C, Hadden, J., 1992. Late season soil and plant nutrient status in Georgia cotton soils. In: **Proceedings 1992 Beltwide Cotton Conferences**. p. 1126–7, National Cotton Council, Memphis (TN).
- Hodges, S.C., 1992. Nutrient Deficiency Disorders.. In: R.J. Hillocks (Ed.), *Bacterial Blight*. P. 335-403, CAB International, Wallingford Oxon
- Hu, W., Zhao, W., Yang, J., Oosterhuis, D.M., Loka, D.D., Zhou, Z., 2016. Relationship between potassium fertilization and nitrogen metabolism in the leaf subtending the cotton (*Gossypium hirsutum* L.) boll during the boll development stage. **Plant Physiology and Biochemistry**, 101: 113–123
- İrget, M.E., Tepecik, M., Çakıcı, H., Anaç, D., Atalay, İ.Z., Çolakoğlu, H., 2010. Farklı taban Gübrelere Pamukta Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, Özel Sayı, p. 124-130
- Jackson, B.S., Gerik, T.J., 1990. Boll shedding and boll load in nitrogen-stressed cotton. **Agronomy Journal**, 82: 483–488.

- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jackson, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Constable & Co. Ltd., London.
- Johnson, R.M., Bradow, J.M., Bauer, P.J., Sadler, E.J., 1999. Influence of Soil Spatial Variability on Cotton Fiber Quality. In: **Proc. Beltwide Cotton Conf.** (3-7 Jan. 1999), p. 1319-1320. National Cotton Council of America Orlando, Florida.
- Kacar, B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2010. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kapellakis, I., Tzanakakis, V.A., Angelakis, A.N, 2015. Land application-based olive mill wastewater management. **Water** 7: 362-376;
- Karpouzas, D.G., Rousidou, C., Papadopoulou, K.K., Bekris, F., Zervakis, G.I., Singh, B.K., Ehaliotis, C., 2009. Effect of continuous olive mill wastewater applications, in the presence and absence of nitrogen fertilization, on the structure of rhizosphere-soil fungal communities. **FEMS Microbiology Ecology**, 70: 388–401.
- Kavvadias, V., Doula, M.K., Liakopoulou, N., 2010. Disposal of olive oil mill wastes in evaporation ponds: Effects on soil properties. **The Journal of Hazardous Materials**, 182: 144-155.
- Kimball, B.A., Mauney, J.R., 1993. Response of cotton to varying co₂, irrigation, and nitrogen: Yield and growth. **Agronomy Journal**, 85: 706-712.
- Kissi, M., Mountadar, M., Assobhei, O., Gargiulo, E., 2001. Roles of two white-rot basidiomycete fungi in decolourization and detoxification of olive mill waste water. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 57: 221-226.
- Kocaer, F.O., Uçaroğlu, S., Başkaya, H.S., 2004. Karasuyun Arazide Arıtım Yöntemiyle Bertarafı. **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 9 (2).

- Kokkora, M.I., Papaioannou, C., Vyrlas, P., Petrotos, K., Gkoutosidis, P., Makridis, C., 2015a. Maize Fertigation with Treated Olive Mill Wastewater: Effects on Crop Production and Soil Properties. **Sustainable Agriculture Research**, 4: 66-75.
- Kokkora, M.I., 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
- Kutay, C., 2009. Zeytinyağı Atıksularında Bulunan Spesifik Kirleticilerden 'Tyrosol'ün Biyolojik Arıtilabilirliği. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Leverge, S., Bories, A., 2004. Les Basins D'évaporation Naturelle Des Margines. Le Nouvel Olivier (OCL) (Sept./Oct. 2004). 41: 5-10.
- Levi-Minzi, R., Saviozzi, A., Riffaldi, R., Falzo, L., 1992. Land application of vegetable water: effects on soil properties. **Olivae**, 40: 20-25.
- Lopez, R., Martínez-Bordiú, A., Dupuy de Lome, E., Cabrera, F., Sanchez, M.C., 1996. Soil properties after application of olive mill wastewater. **Fresenius Environmental Bulletin**, 5: 49-54.
- Loue, A., 1968. Diagnostic petiolaire de prospection etudes sur la nutrition et al. fertilisation potassiques de la vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, 31-41.
- Lutts, S., Kinet J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. **Annals of Botany**, 78: 389-398.
- Maas, E.V., 1985. Crop Tolerance Saline Springlink Water. *Plant Soil*, 89: 273-284.
- Maas, E.V., 1986. Salt Tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research*, 1: 12-26.

- Madani, A., Oveysi, M., 2015. Fiber quality and yield response of cotton to nitrogen supply. **International Conference on Chemical, Food and Environment Engineering (ICCFEE'15)**, p. 12-14, (Jan.11-12, 2015) Dubai (UAE).
- Madejon, E., Diaz, M.J., Lopez, R., Lozano, C., Cabrera, F., 1996. Cotton Fertilization with Composts of (Sugarbeet) Vinasse and Agricultural Residues. *Fertilizers and Environment*. **Developments in Plant and Soil Sciences**, 66: 297-300.
- Magdich, S., Ahmeda, 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: 1896-1903.
- Magdich, S., Ghrab, F., Boukhris, M., Rouina, B.B., Ammar, E., 2015. Olive mill wastewater spreading effects of nutritional status (*Olea europaea* L. cv. Chemlali). **International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology**, 2(5): 184-197
- Magdich, S., Jarbouia, R., Rouina, B.B., Boukhris, M., Ammar E., 2012. A yearly spraying of olive mill wastewater on agricultural soil over six successive years: Impact of different application rates on olive production, phenolic compounds, phytotoxicity and microbial counts. **Science of The Total Environment**, 430: 209–216
- Main, C., Horn, P., Barber, T., Jones, M., Boman, R., Morgan, G., Bronson, K., Norton, R., Chapman, K., Osborne, S., Dodds, D., Whitaker, J., Duncan, S., Nichols, R., Edmisten, K., 2013. Nitrogen Requirements of Contemporary Cotton Cultivars. <http://www.cottoninc.com>. Erişim: 13 Aralık 2014.
- Mechri, B., Cheheb, H., Boussadia, O., Attia, F., Mariem, F.B., 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.

- Mechri, B., Mariem, F.B., Baham, M., Elhadj, S.B., Hammami, M., 2008. Change in soil properties and the soil microbial community following land spreading of olive mill wastewater affects olive trees key physiological parameters and the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Biology and Biochemistry**, 40: 152-161.
- Mekki, A., Dhouib, A., Aloui, F., Sayadi, S., 2006. Olive Wastewater as an Ecological Fertiliser. **Agronomy for Sustainable Development**, 26: 61–67.
- Mekki, A., Dhouib, A., Sayadi, S., 2013. Effects of olive mill wastewater application on soil properties and plants growth. **International Journal of Recycling of OrganicWaste in Agriculture**, 2 (1): 1-7
- Mekki, A., Dhouib,A., Sayadi, S., 2005. Changes in Microbial and Soil Properties Following Amendment with Treated and Untreated Olive Mill Wastewater. **Microbiological Research**, 161: 93-101
- Mert, M., 2007. Pamuk Tarımının Temelleri.TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi No:7, Hatay
- Mert, M., Çalışkan, M.E., Günel., E., 1999. Farklı azot dozlarının pamuğun tarımsal ve teknolojik özelliklerine etkisi. **Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi**, (15-18 Kasım), (I): 109-114, Adana
- Mkhabela M., Warman, P.R., 2005. The Influence of Municipal Solid Waste Compost on Yield, Soil Phosphorus Availability and Uptake by Two Vegetable Crops, Grown in a Pugwash Sandy Loam Soil in Nova Scotia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 106: 57-67.
- Montemurro, F., Convertini, G., Ferri, D., 2004. Mill wastewater and olive pomace compost as amendments for ryegrass. **Agronomie**, 24: 481-486.
- Montemurro, F., Diacono, M., Vitti, C., Ferri, D., 2011. Potential use of olive mill wastewater as amendment: crops yield and soil properties assessment. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 42: 2594-2603.

- Moraetis, D., Satamati, F.E., Nikolaidis, N.P., Kalogerakis, N., 2011. Olive mill wastewater irrigation of maize: Impacts on soil and groundwater. **Agricultural Water Management**, 98: 1125–1132
- Mozaffari, M., Miley, W.N., McConnell, S.J., Slaton, N.A., Evans, E., 2004. Effect of soil-applied potassium and micronutrients on cotton yield, fiber quality, petiole nutrients, and soil properties. In **Proceedings Beltwide Cotton Conferences**, p. 2614-2619. San Antonio, TX. 5-9 Jan. 2004. National Cotton Council of America, Memphis, TN.
- Mullins, G.L., Burmester C.H., 1993. Accumulation of copper, iron, manganese and zinc by four cotton cultivars. **Field Crops Research**, 32: 129–40.
- Mullins, G.L., Burmester, C.H., 1990. Dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium accumulation by four cotton varieties. **Agron J**, 82: 729–36.
- Mullins, G.L., Burmester, C.H., 1992. Uptake of calcium and magnesium by cotton grown under dryland conditions. **Agron J**, 84: 564-569.
- Nefzaoui, A., 1987. Enhancement of profitability of olive-growing by optimum exploitation of by-products. *Olivae*, 4(19): 17-28s
- Olsen, S.R., Dean, L.A., 1965. Phosphorus. In *Methods of Soil Science*. Black, C.A. ed. American Society of Agronomy. Madison, WI.
- Oosterhuis, D.M., Chipamaunga, J., Bate, G.C., 1983. Nitrogen uptake of field grown cotton. I. Distribution in plant components in relation to fertilization and yield. **Experimental Agriculture**, 19: 91-101.
- Oosterhuis, D.M., Okuba, M.A., Mozaffari, M., 2007. Effect of soil-applied nitrogen fertilizer rate on the nitrogen content of cotton flowers. **Arkansas Agricultural Experiment Station**, 558: 43-45
- Oosterhuis, D.M., Steger, A., 1998. The Influence of Nitrogen and Boron on the Physiology and Production of Cotton. News and Views. In a Regional Newsletter published by the Potash and Phosphate Institute (PPI) and the Potash and Phosphate Ins. of Canada (Eds. Dr. C.S. Snyder).

- Panagiotopoulos, L., 2001. Mineral nutrition and fertilization of olive trees. **Agriculture and Cattle-Raising**, 3: 36-44
- Parades, C., Cegarra, J., Bernal, M.P., 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 bio-chemical properties of a semiarid Mediterranean soil, **Soil Biology and Biochemistry**, 38: 600–610.
- Plank, C.O., 1988. Plant Analysis Handbook for Georgia. Athens (GA): University of Georgia Cooperative Extension Service.
- Prasad, M., Siddique, M.R.B., 2004. Effect of nitrogen and mepiquat chloride on yield and quality of upland cotton (*Gossypium hirsutum*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, 74: 560-562
- Püskülcü, G., Dikmelik, Ü., Akıllıoğlu, A., 1995, Karasudan Elde Edilen Tortunun Gübre Olarak Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. Sonuç Raporu, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir.
- Qin, W.L., Liu, Z.K., 2012. Effects of Nitrogen Nutrient on Agronomic Traits of Cotton in Different Planting Pattern. Biomedical Engineering and Biotechnology (iCBEB). **2012 International Conference**, (28-30 May 2012) p. 1421-1425, Macao.
- Ramey Jr., H.H., 1986. Stress influences on fiber development. In: Mauney, J.R., Stewart, J.McD. (Eds.), Cotton Physiology. p. 315–359, The Cotton Foundation, Memphis, Tennessee, USA,
- Ramos-Cormenzana, A., Monteoliva-Sánchez, M., López, M.J., 1995. Bioremediation of alpechin. **International Biodeterioration and Biodegradation**, 35: 249–268

- Reddy, K.C., Malik, R.K., Reddy, S.S., Nyakatawa, E.Z., 2007. Cotton Growth and Yield Response to Nitrogen Applied Through Fresh and Composted Poultry Litter. **The Journal of Cotton Science** 11: 26–34.
- Reeves, D.W., Mullins, G.L., 1993. Subsoiling and K placement: Effects on cotton water relations. In: **Proceedings 1993 Beltwide Cotton Conferences**, p.1322-5. National Cotton Council, Memphis, TN
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble salts. In: A.L. Page (ed.) *Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and microbiological properties*, 2nd edition. Agronomy, 9: 149-157.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Sline and Alkali Soils Handbook 60*. US. Dept. of Agriculture.
- Riffaldi, R., Levi-Minzi, R., Saviozzi, A., Vanni, G., Scagnozzi, A., 1993. Effect of the disposal of sludge from olive processing on some soil characteristics, laboratory experiments. **Water, Air and Soil Pollution**, 69: 527-264
- Rinaldi, M., Rana, G., Introna, M., 2003. Olive-mill wastewater spreading in southern Italy: Effect on a durum wheat crop. **Field Crops Research**, 84: 319-326.
- Rochester, I.J., 2007. Nutrient Uptake and Export from an Australian Cotton Field. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 77: 213-223
- Rochester, I.J., 2012. Using seed nitrogen concentration to estimate crop N use efficiency in high-yielding irrigated cotton. **Field Crops Research**, 127:140-145.
- Rozzi, A., Malpei, F., 1996. Treatment and disposal of olive mill effluents. **Int. Biodeter. Biodegrad.** 38: 135-144.
- Rusan, M.J.M., Malkavi, H.I., 2016. Dilution of olive mill wastewater (OMW) eliminates its phytotoxicity and enhances plant growth and soil fertility. **Desalination and Water Treatment**, 1-9.

- Saadi, I., Laor, Y., Raviv, M., Medina, S., 2007. Land Spreading OF Olive Mill Wastewater: Effects on Soil Microbial Activity and Potential Phytotoxicity. **Chemosphere**, 6(1): 75–83
- Sabbe, W.E., Keogh, J.L., Maples, R., Hileman, L.H., 1972. Nutrient Analysis of Arkansas Cotton and Soybean Leaf Tissue. *Arkansas Farm Res.*, 21:2.
- Sabbe, W.E., MacKenzie, A.J., 1973. Plant Analysis as an Aid to Cotton Fertilization. In: WalshLM Plank, C.O., 1988. *Plant Analysis Handbook for Georgia*. Athens (GA): University of Georgia Cooperative Extension Service.
- Saleem, M.F., Bilal, M.F., Awais, M., Shahid M.Q., Anjum, A., 2010. Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, 20(1): 23-27
- Santonoceto, C., Anastasi, U., 2010. Agronomic exploitation of olive oil mill wastewater: effect on growth and yield of field crops and impact on soil fertility. **Global Science Books Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology** 4: 91-103
- Sawan, Z.M., Mahmoud, M.H., El-Guibali, A.H., 2006. Response of Yield, Yield Components, and Fiber Properties of Egyptian Cotton (*Gossypium barbadense* L.) to Nitrogen Fertilization and Foliar-Applied Potassium and Mepiquat Chloride. **Journal of Cotton Science**, 10: 224-23
- Seferoğlu S, Aydın G, Aydın M., 2001. Zeytin Yağı Fabrikalarının Atığı olan Karasuyun Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. ADÜ: Araştırma Fon Saymanlığı Projesi No: ZFR-99008 Sonuç raporu.
- Seferoğlu, S., 2011. Effects of olive oil solid waste on growth and nutrient uptake of faba bean, onion, and radish plants. **African Journal of Biotechnology** 10 (34): 6510-6515,

- Seferoğlu, S., Kılınç, İ., 2002. An Investigation on Use of Olive Vegetation Water as Fertilizer for Wheat 13th International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC). 'Fertilizers in Context with Resource Management in Agriculture' p: 350-359
- Seferoğlu, S., Seferoğlu, H.G., Kaptan, M.A., 2008. Zeytinyağı Fabrikası Atığı Karasuyun (sıvı) Gbre Olarak Mandarinlere Uygulanmasının Besin Maddesi İeriğine ve Meyve Kalitesi zerine Etkisi. **4th National Nutrition and Fertilizer Congress**, 8-10 Oct. 2008, Konya-Turkey (Ed: S. Gezgin and M. Zengin).
- Seilsepour, M., Rashidi, M., 2011. Effect of Different Application Rates of Nitrogen on Yield and Quality of Cotton (*Gossypium hirsutum*). **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.**, 10 (3): 366-370,
- Sierra, J., Marti, E., Montserrat, G., Guanias, R., Garau, M., 2001. Characterization and evolution of a soil affected by olive oil mill waste-water disposal. **Science of The Total Environment**, 279: 107–214.
- Sierra, J., Marti, E., Garau, M.A., Cruanas, R., 2007. Effects of the Agronomic Use of Olive Oil Mill Wastewater: Field Experiment, *Science of the Total Environment* 378: 90 – 94
- Steinmetz, Z., Kurtz, M.P., Dag, A., Isaac Zipori, I., Schaumann, G.E., 2015. The Seasonal Influence of Olive Mill Wastewater Applications on an Orchard Soil Under Semi-Arid Conditions. **J. Plant Nutr. Soil Sci.**, 178: 641–648.
- Sui, R., Thomasson, J.A., 2006. Ground-Based Sensing System for Cotton Nitrogen Status Determination. *Transactions of the ASABE*, 49(6): 1983-1991.
- Şahin, A., Hyk, O., 1991. Nazilli 87 Pamuk eŐidinde Azot İŐteđinin Tesbiti. T.C. Tarım ve Köy İŐleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Pamuk Araştırma Proje ve Sonuçları. Nazilli

- Şahin, A., Kıvılcım, N., 1993. Nazilli M-503 Pamuk Çeşidinin Azot İhtiyacının Belirlenmesi. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Pamuk Araştırma Proje ve Sonuçları, s.46-51, Nazilli.
- Tomati U., Galli E., Fiorelli F., Pasetti L., 1996. Fertilizers from Composting of Olive-Mill Wastewaters. **International Biodeterioration and Biodegradation**, 44: 155-162
- Tsagaraki, E., Lazarides, H.N., Petrotos, K.B., 2004. Olive Mill Wastewater Treatment. fabe.gr/images/stories/KEFALAIA/1.pdf . Erişim Tarihi: 3 Şubat 2014
- Waddle, B.A., 1984. Crop Growing Practices. In: Kohel, R.J., Lewis, J.F. (Eds.). Cotton. **American Society of Agronomy**, p. 233-263.
- Weir, B., R. Miller, D. Munk, B. Rains, B. Roberts, R. Travis, R. Vargas, S. Wright, and M. Keeley. 1996. Nutritional guidelines for potassium in cotton. p. 1353. In Proc. Beltwide Cotton Conf., Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, Tennessee.
- Yin, X., Hayes, R.M., McClure, M.A., Savoy, H.J., 2012. Assessment of plant biomass and nitrogen nutrition with plant height in early- to mid-season corn. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 92: 2611-2617
- Yin, X., McClure, M.A., Jaja, N., Tyler, D.D., Hayes, R.M. 2011. In-Season prediction of corn yield using plant height under major production systems. **Agronomy Journal**, 103: 923-929.
- Zenjari, A., Nejmeddine, A., 2001. Impact of spreading olive mill wastewater on soil characteristics: laboratory experiments. **Agronomie**, 21: 749-755
- Zhao, W., Wang, Y., Zhou, Z., Meng, Y., Chen, B., Oosterhuis, D.M., 2012. Effect of nitrogen rates and flowering dates on fiber quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) **American Journal of Experimental Agriculture**, 2: 133-159

EKLER

EK 1. Deneme alanına karasuyun uygulanması





EK 2. Pamuk ekiminin yapılması







EK 3. Pamukta ilk ıkış







EK 4. Üst gübrelemenın yapılması





EK 5. Deneme alanından görüntüler























EK 6. Hasat döneminde deneme alanından görüntüler

















ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nazan UZUN

Doğum Yeri : Konya

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Selçuk Üniversitesi

Yüksek Lisans Öğrenimi : Selçuk Üniversitesi

Doktora Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Pamuk Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü 2011-

İLETİŞİM

E-posta adresi : nz_uzun@hotmail.com

Tarih : 17.08..2016