

**ALTERNATİF TARIM GİRDİSİ OZONUN
SOĞANDA (*Allium cepa*) BİTKİ-TOPRAK-SU
KARAKTERİSTİKLERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

İlker BALABAN

**Yüksek Lisans Tezi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Yeşim ERDEM**

2011

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALTERNATİF TARIM GİRDİSİ OZONUN SOĞANDA (*Allium cepa*)
BİTKİ-TOPRAK-SU KARAKTERİSTİKLERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

İlker BALABAN

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Yeşim ERDEM

TEKİRDAĞ-2011

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Yeşim ERDEM danışmanlığında, İlker BALABAN tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. A. Halim ORTA

İmza :

Üye : Doç. Dr. Yeşim ERDEM (Danışman)

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selin AKÇAY

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun.....tarih ve..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALTERNATİF TARIM GİRDİSİ OZONUN SOĞANDA (*Allium cepa*) BİTKİ- TOPRAK-SU KARAKTERİSTİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

İlker BALABAN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Yeşim ERDEM

Bu çalışmada, Tekirdağ koşullarında damla sulama yöntemi ile farklı lateral derinlikleri ve ozon miktarları uygulanan soğan (*Allium cepa*) bitkisinin verim ve kalite parametreleri, bitki-toprak-su-ozon ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2009 ve 2010 yıllarında bir çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Araştırma A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın tamamının uygulanması koşuluyla, sulama süresinin %100, %50 ve %0' ı kadar ozon uygulaması ile farklı lateral derinlikleri (0, 10, 20 cm) olmak üzere 9 konuda yürütülmüştür. Genel olarak, farklı ozon uygulamalarının kalite parametrelerini istatistiksel olarak etkilemediği belirlenirken, verim üzerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek soğan verimi, ilk yıl 35.70 t ha⁻¹ ile O₃D₁ deneme konusundan, ikinci yıl ise 31.00 t ha⁻¹ ile O₃D₃ deneme konusundan elde edilmiştir. Bitki su tüketim değerleri 2009 yılı için 571.36-585.25 mm, 2010 yılı için 507.61-551.04 mm arasında değişmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri 2009 yılında 5.20-9.54 kg m⁻³, 2010 yılında ise 6.25-11.23 kg m⁻³ arasında değişirken, su kullanım randımanları (WUE) sırasıyla 3.35-6.14 kg m⁻³, 3.28-6.11 kg m⁻³ arasında bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Soğan (*Allium cepa*), ozon, damla sulama sistemi, bitki su tüketimi

2011, 78 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION of THE EFFECT of ALTERNATIVE AGRICULTURE INPUT of OZONE in ONION (*Allium cepa*) to PLANT – SOIL - WATER CHARACTERISTIC

İlker BALABAN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Agricultural Structure and Irrigation

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Yeşim ERDEM

The aim of this study was to determine yield and quality parameters and plant-soil-water-ozone relationships of onion (*Allium cepa*) using drip irrigation systems to ozone concentrations have been established and compared with depth of drip laterals in Tekirdağ conditions. Field trials were conducted at the farming lands during the year 2009 and 2010 growing periods. The depth of lateral lines and ozone quantity was the treatments of the study as, 100%, 50% and 0% of the irrigation duration and 0, 10 and 20 cm. Generally, the effects of ozone concentrations on yield parameters were not statistically significant, while the effect on yield were statistically significant. The greatest onion yield was obtained in the first year from O₃D₁ treatment as 35.70 t ha⁻¹ and the second year from O₃D₃ treatment as 31.00 t ha⁻¹. The measured crop evapotranspiration for the 2009 and 2010 years changed as 571.36-581.25 mm and 507.61-551.04 mm, respectively. Irrigation water use efficiency (IWUE) changed as 5.20-9.54 kg m⁻³ (2009) and 6.25-11.23 kg m⁻³ (2010), while water use efficiency (WUE) changes as 3.35-6.14 kg m⁻³ (2009) and 3.28-6.11 kg m⁻³ (2010).

Key words: Onion (*Allium cepa*), ozone, drip irrigation system, evapotranspiration,

2011, 78 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Trakya Bölgesi son yıllara kadar ülkemizin en önemli tarımsal üretim bölgelerinden birisi olmasına rağmen, İstanbul gibi büyük bir anakent nüfusunun bölgeye doğru hareketlenmesinden dolayı bu özelliğini gün geçtikçe kaybetmektedir. İstanbul' un yeniden yapılandırma çalışmaları ve Avrupa' ya ulaşım kolaylığı açısından ağır sanayi adını verdiğimiz tekstil fabrikalarının tamamına yakınının bölgeye yayılımı tamamlanmak üzeredir. Bu hızlı yayılım, bölge halkı tarafından ilk bakışta, işsizliğe çözüm ve arazi fiyatlarındaki artış nedeniyle çok cazip gelmiştir. Fakat hızla gelişen bu sürecin etkileri yavaş yavaş ortaya çıkmış, insan ve doğaya verilen olumsuz etkiler yoğun olarak tartışılmaya başlanmıştır.

Bölgedeki tarım alanlarının azalması, çiftçinin ayçiçeği-buğday münavebe sisteminden elde ettiği birim alan gelir değerlerinin çok düşük düzeyde kalması, İstanbul gibi büyük bir tüketim merkezine yakınlık, toprak ve su kaynaklarındaki kirlenmenin insan sağlığına verdiği zararın artması yeni tarım teknikleri arayışlarını hızlandırmıştır.

Bu çalışmada, tarımda kullanılan yeni teknolojilerden ozon gazının damla sulama sistemlerinde suya enjekte edilmesi ile su kaynağı ve toprakta iyileştirme sağlanarak tarımın etkinliğinin artırılması, bitki, toprak ve çevre sağlığının korunması amaçlanmaktadır.

Tezin hazırlanmasında hiçbir yardımı esirgemeyen, büyük bir sabırla, çok fazla emek sarf eden Sayın hocam Doç. Dr. Yeşim ERDEM' e, araştırma ve tezin yazımı süresince her türlü desteği gösteren sevgili arkadaşlarım Ziraat Yüksek Mühendisi Hüseyin T. GÜLTAŞ' a, Ziraat Mühendisi Ali KAYHAN ve Ziraat Mühendisi Levent TUNA' ya, denemenin yürütüldüğü arazi koşullarını bizlere sağlayarak, bütün imkanlarını hizmetimize sunan Sayın Talat KARAEVLİ' ye, araştırma süresince kullanılan ozon jeneratörünü sağlayan Sayın Erhan KUNTER' e ve en önemlisi eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

İlker BALABAN

SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
A	: Sulanacak alan (m ²)
atm	: Atmosfer
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
C _p	: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm)
da	: Dekar
d _n	: Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)
d _t	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm)
D _p	: Derine sızma kayıpları (mm)
E _a	: Sulama randımanı (%)
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
H _m	: Manometrik yükseklik (m)
I	: Toprağın su alma hızı (mm h ⁻¹)
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m ⁻³)
WUE	: Su kullanım randımanı (kg m ⁻³)
kg	: kilogram
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mm	: Milimetre
N	: Bir parseldeki damlatıcı sayısı (adet)
μ	: Mikron
P	: Islatılan alan yüzdesi (%)
PE	: Polietilen
q	: Damlatıcı yada başlık debisi (L h ⁻¹)

Q	: Sistem debisi ($L s^{-1}$)
s	: Saniye
S_d	: Damlatıcı aralığı (m)
S_l	: Lateral aralığı (m)
T	: Ton
T	: Bir sezondaki toplam sulama süresi (h)
T_a	: Sulama süresi (h)
γ_t	: Toprağın hacim ağırlığı ($g cm^{-3}$)
ΔS	: Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm)

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Tarımda ozon uygulamaları.....	4
2.2. Damla sulama sisteminin kullanım etkinliği	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Araştırma alanının yeri.....	12
3.1.2. İklim özellikleri.....	12
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya.....	13
3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması	14
3.1.5. Sulama sistemi.....	17
3.1.6. A sınıfı buharlaşma kabı.....	18
3.1.7. Tansiyometre.....	20
3.1.8. Ozon jeneratörü.....	22
3.1.9. Kullanılan arpacığın özellikleri.....	22
3.1.10. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	23
3.2.2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri	24
3.2.3. Toprağın su alma hızının ölçülmesi.....	25
3.2.4. Buharlaşma miktarının ölçülmesi.....	25
3.2.5. Tarım tekniği.....	25
3.2.6. Sulama suyu ve ozon uygulamaları.....	26
3.2.7. Damla sulama sisteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi.....	27

3.2.8. Bitki su tüketiminin saptanması.....	28
3.2.9. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı	29
3.2.10. Soğan verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesi.....	29
3.2.11. Toprakta bakteri miktarının belirlenmesi.....	31
3.2.12. İstatistiksel analizler.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	32
4.1. Toprağın fiziksel özelliklerine ilişkin sonuçlar	32
4.2. Sulama suyu analizleri.....	32
4.3. Damla sulama sisteminin boyutlandırılmasına ilişkin sonuçlar.....	34
4.4 Uygulanan sulama suyu miktarı ve ölçülen bitki su tüketimleri.....	34
4.5. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi.....	38
4.5.1. Toplam pazarlanabilir verim	38
4.5.2. Birim baş ağırlığı.....	40
4.5.3. Baş boyu	42
4.5.4. Baş eni.....	44
4.5.5. Bitki boyu	45
4.5.6. Yaprak sayısı	46
4.5.7. Kuru madde içeriği.....	48
4.5.8. Suda eriyebilir kuru madde içeriği.....	48
4.5.9. pH düzeyi.....	52
4.5.10. Protein miktarı.....	52
4.5.11. Toplam şeker miktarı	52
4.5.12. İvert şeker miktarı.....	56
4.6. Bakteri analizine ilişkin sonuçlar	58
4.7. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanına ilişkin sonuçlar	59
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	64
EKLER	69
ÖZGEÇMİŞ	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Deneme alanında yer alan meteoroloji istasyonu	13
Şekil 3.2. Yetiştirme dönemine ait iklim elemanlarının değişimi (2009).....	16
Şekil 3.3. Yetiştirme dönemine ait iklim elemanlarının değişimi (2010).....	16
Şekil 3.4. Araştırma alanı.....	17
Şekil 3.5. Deneme alanında yer alan su kaynağı.....	18
Şekil 3.6. Denemede kullanılan sulama sistemi unsurları.....	19
Şekil 3.7. Bir deneme parselinde damla sulama sisteminin ayrıntısı.....	20
Şekil 3.8. Deneme alanında kullanılan tansiyometreler.....	21
Şekil 3.9. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi ve eşitliği (2009).....	21
Şekil 3.10. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi ve eşitliği (2010).....	22
Şekil 3.11. Ozon jeneratörü.....	23
Şekil 3.12. Tarımsal işlemlere ilişkin görünümeler	26
Şekil 3.13. Soğan verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesine ilişkin görüntüler	30
Şekil 4.1. Günlük bitki su tüketimi değerlerinin 2009 yılındaki değişimi.....	36
Şekil 4.2. Günlük bitki su tüketimi değerlerinin 2010 yılındaki değişimi.....	37
Şekil 4.3. Farklı lateral derinlikleri ve ozon düzeylerinde elde edilen sulama suyu kullanım randımanı.....	60
Şekil 4.4. Farklı lateral derinlikleri ve ozon düzeylerinde elde edilen su kullanım randımanı.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1939-2008).....	14
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2009 ve 2010 yıllarına ait iklim verileri	15
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	33
Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	33
Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.4. Soğan bitkisinin dikim ve hasat tarihleri, etkili yağış, buharlaşma miktarları ve büyüme mevsimi uzunluğu.....	35
Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2009 yılında uygulanan sulama suyu miktarları.....	35
Çizelge 4.6. Araştırma konularına 2010 yılında uygulanan sulama suyu miktarları.....	35
Çizelge 4.7. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına göre hesaplanan toplam bitki su tüketimi değerleri ($\text{mm } 60 \text{ cm}^{-1}$).....	37
Çizelge 4.8. Toplam pazarlanabilir verim.....	39
Çizelge 4.9. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.10. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.11. Ozon miktarının toplam pazarlanabilir verime etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.12. Birim baş ağırlığı.....	41
Çizelge 4.13. Birim baş ağırlığına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.14. Birim baş ağırlığına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.15. Ozon miktarının birim baş ağırlığına etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.16. Ortalama baş boyu.....	43
Çizelge 4.17. Baş boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.18. Baş boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.19. Ortalama baş eni.....	44
Çizelge 4.20. Baş enine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.21. Baş enine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.22. Ortalama bitki boyu.....	45
Çizelge 4.23. Bitki boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.24. Bitki boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.25. Ortalama yaprak sayısı.....	47

Çizelge 4.26. Bitki yaprak sayısına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.27. Bitki yaprak sayısına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.28. Kuru madde içeriği.....	49
Çizelge 4.29. Kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.30. Kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.31. Lateral derinliklerinin kuru madde içeriğine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.32. Suda eriyebilir kuru madde içeriği.....	50
Çizelge 4.33. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	50
Çizelge 4.34. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.35. Lateral derinliklerinin suda eriyebilir kuru madde içeriğine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.36. Ozon*Derinlik interaksiyonunun suda eriyebilir kuru madde içeriğine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.37. pH düzeyi.....	53
Çizelge 4.38. pH düzeyine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.39. pH düzeyine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.40. Protein miktarı.....	54
Çizelge 4.41. Protein miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.42. Protein miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.43. Lateral derinliklerinin protein miktarına etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.44. Toplam şeker miktarı.....	55
Çizelge 4.45. Toplam şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.46. Toplam şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	56
Çizelge 4.47. İnvvert şeker miktarı.....	57
Çizelge 4.48. İnvvert şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.49. İnvvert şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.50. Lateral derinliklerinin invert şeker miktarına etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.51. Bakteri koloni sayımı dönem başı sonuçları.....	58
Çizelge 4.52. Bakteri koloni sayımı dönem sonu sonuçları.....	59
Çizelge 4.53. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE).....	60

1. GİRİŞ

Trakya Bölgesi, ülkemizin önemli tarımsal bölgelerinden birisi olup, ayçiçeği ülke üretiminin %35' ini ve buğday üretiminin ise %12' sini sağlamaktadır. Fakat, bölgedeki hızlı sanayileşme nedeniyle tarım alanlarının azalması ve birim alandan elde edilecek üretim artışı zorunluluğundan dolayı, alternatif bitki desenleri arayışı hızlanmıştır. Bu alternatiflerden birisi olarak, soğan, insan beslenmesinde son derece büyük önem taşıyan, ekonomik önemi son derece yüksek olan sebzeler grubunda yer alır. FAO (2009) yılı verilerine göre, dünyada 3 691 855 ha alanda yetiştirilen soğanın üretim değeri yaklaşık 72 milyon ton' dur. Ülkemizde ise, soğan ekim alanları 2009 yılında 65 000 ha olup, elde edilen verim yaklaşık 1.85 milyon ton' dur (<http://faostat.fao.org/faostat>). Trakya bölgesi bu üretimde önemli bir paya sahip olup, Anonim (2008)' de açıklanan rapora göre, yetiştiriciliğin yapılacağı Tekirdağ ilinde 2263 ha' lık alandan 44 795 ton ürün elde edilmektedir.

Trakya bölgesinde, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen sanayinin bu mevcut kaynakları kalite ve kantite açısından her geçen gün daha büyük boyutlarda tehdit etmesi, tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Diğer yandan, bölgede iyi mekanizasyon, bilinçli gübreleme, etkin tarımsal mücadele, iyi tohumluk seçimi gibi etmenlerin yarattığı verim artışı bir noktada kalmış ve bu da yetersiz olmaya başlamıştır. Yörede ulaşılan üretim değerlerini daha da arttırmanın yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamalarının, sulu tarım alanlarının ve suyun etkinliğini arttıracak alternatif tarım girdilerinin hayata geçirilmesidir. Özellikle sebze tarımında getirileri oldukça yüksek olan damla sulama sisteminin kullanımı ve işletilmesinin kontrol altına alınması gerekir. Damla sulama sistemlerinde, sistemin birçok avantajı ile birlikte, ozon kullanımıyla daha yüksek ve kaliteli üretim sağlanabilmektedir. Bunun yanında tarımsal amaçlı kullanılan gübre ve ilaç gibi diğer etken maddelerden tasarruf sağlanarak, bitkiye, toprağa, insanlara ve çevreye verilen zarar azaltılmaktadır.

Damla sulama yönteminin en önemli özelliklerinden biri bitki besin elementlerinin sulama ile birlikte bitki kök bölgesine rahatlıkla uygulanmasıdır (Schwankl 1995, Yıldırım 1996, Kanber 1997). Özellikle sebze ve meyve ağaçlarında damla sulama yönteminin başarısı, sulama ile birlikte gübre uygulamalarının optimum biçimde yapılmasına bağlıdır. Çünkü sulama ile bitki su stresinden korunmanın yanında bitki besin elementlerinin yeterli ve zamanında uygulanması özellikle sebzeler açısından çok önemlidir. Son yıllarda, damla sulama sisteminin fertigasyon özelliğinden yararlanılarak, sulama suyuna ozon karıştırılması

ile gübre ve ilaç kullanım etkinliğinin artırılması, kullanılan miktarların azaltılması ile değişik bitkiler üzerine yapılmış çalışmalarda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Hsieh ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada, çim tohumlarının mantar ve bakteriyolojik kökenli hastalık etmenleri aracılığıyla zarar görmesi incelenmiş, ozon uygulanmış su ile yapılan sulamaların çimlenmeyi arttırdığı, hastalık etmenlerini etkisiz kıldığı görülmüştür. Domates ve çilek ekiminden önce ve bitki yetiştirme mevsiminde sulama suyuyla birlikte ozon verilmesinin, toprak mikroorganizmaları ve bitki fizyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Pryor 2001). Hollanda’ da yapılan araştırmalarda (Nederhoff 2001), serada topraksız kültürde ozon uygulamalarının doz ve temas sürelerinin su kalitesi ve bitkinin fizyolojik gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ozonun geri dönüşüm suyunu iyileştirdiği, mantari hastalık etmenlerini yok ettiği ve bitkinin kök gelişimi, meyve tutumu gibi fizyolojik özellikleri üzerine olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Vijayanandraj ve ark. (2006) yaptıkları araştırmada, soğanda kök çürüklüğü oluşumunu engellemek için sulama suyuyla ozon uygulamışlar, sonuç olarak hastalık etmenin yok edildiğini ve bitki gelişiminin hızlandığını açıklamışlardır. Ciccicarese ve ark. (2007) tarafından, Bari, İtalya’ da damla sulama ile birlikte uygulanan farklı ozon dozlarının domates bitkisinde verim ve kalite üzerine etkilerini incelemek için yapılan çalışmada ozon kullanımının hem meyve sayısını hem de bitki başına pazarlanabilir verimi arttırdığı saptanmıştır.

Ülkemizde ve Trakya bölgesinde herhangi bir bitkide toprakaltı damla sulama yöntemi ile ozon uygulamalarının etkisinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma bugüne kadar yapılmamıştır. Ancak, bölge koşullarında Arın (1993) ve Şener (1999) tarafından yapılan yetiştiricilik özelliklerinin belirlendiği çalışmalarda, daha çok su-gübre-verim-kalite ilişkileri üzerine yoğunlaşmıştır.

Literatürde adı geçen tüm yöntem ve modellerin farklı bölge ve bitki çeşidi için test edilmesi yani kullanılabilirliğinin ortaya konulması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle, Trakya bölgesi gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu yörelerde birim sudan en yüksek yarar sağlayacak sulama yöntem ve programlarının seçimi ve uygulanması zorunlu olmaktadır. Bu kapsamda; tarımda kullanılan yeni teknolojilerden ozon gazının damla sulama sistemlerinde suya enjekte edilmesi ile su kaynağı ve toprakta iyileştirme sağlanarak tarımın etkinliğinin artırılması, bitki, toprak ve çevre sağlığının korunması amaçlanmaktadır.

Bu araştırma ile, uzun yıllardır klasik ayçiçeği-buğday ekim nöbeti yapılan, gübre, ilaç ve tarımsal mekanizasyon alanlarındaki yenilikleri çok yakından takip eden, fakat sulamaya bakış açısı dar olan Trakya çiftçisine, sulamanın dünyada kullanılan yeni sulama teknolojileri

ile birlikte anlatılması planlanmaktadır. Ayrıca, Trakya Bölgesi koşullarında toprakaltı damla sulama yöntemi ile farklı lateral derinliği ve ozon uygulamalarının soğanın verim ve kalitesine etkisi araştırılacaktır.

Önerilen bu çalışmada, soğan sulamasında, toprak, iklim ve bitki özellikleri dikkate alınarak, toprak altı damla sulama yönteminin gerektirdiği sistemler projelendirilecek ve uygulanacak, toprakaltı damla sulama yöntemi ile farklı ozon miktarları altında yetiştirilen soğanın, bitki-toprak-su karakteristiklerine etkileri belirlenecek, gerekli ölçümler yapılacak ve değerlendirilecektir.

Giriş ile birlikte dört bölümden oluşan bu araştırmanın, ikinci bölümünde bu konuda yapılan çalışmalar verilmiş, üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve yöntem açıklanmış, son bölümde ise araştırmada elde edilen sonuçlar verilmiş ve bulgular tartışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Tarımda ozon uygulamaları

Son yıllarda kaynakların daha etkin kullanımına bağlı olarak yüksek kalite ve üretimin sağlanması oldukça önemli bir yer almaktadır. Bu amaca yönelik olarak kullanılan çok sayıda üretim faktörünün yanı sıra, alternatif bir girdi olarak önerilen ozon kullanımına ilişkin araştırmalar incelenmeli ve sonuçları tartışılmalıdır (Raub ve ark. 2001, Baba ve ark. 2002, Vijayanandraj ve ark. 2006, Sudhakar ve ark. 2007).

Ozon bir çok belirsiz mikroorganizmayı, yok edebilen ya da nötralize eden güçlü ve yüksek verimliliğe sahip bir materyaldir. Sulama ve içme sularının kontrollü bir şekilde iyileştirilmesinde, gıda endüstrisinde vb. tarımsal amaçlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Yakın zamanlarda ozon jeneratörlerinin de kullanılmaya başlanmasıyla birlikte düşük operasyon maliyetli ve yüksek yararlılıklı bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ozon çok kısa yaşam ömrüne sahip olduğu ve depolanamadığı için kullanılacağı yerlerde üretilmelidir. Kullanımından sonra elemental oksijene dönmekte ve uzun süreli klorür uygulamalarında olduğu gibi, zararlı özellikle kanserojen etkiler yapmamaktadır. Ozonun, okside edici ve dezenfektan özellikleri bakımından, birçok sektörde kullanımının geniş ve detaylı araştırmalarla tanımlanması gerekmektedir (<http://www.ozonoks.com.tr>).

Ozon, çok belirgin olan kokusuna istinaden etimolojik olarak Yunanca' daki "kokan" anlamına gelen "ozien" kelimesinden gelmektedir. Doğal element ozon "Aktif Oksijen"dir. Her ozon molekülü üç oksijen atomundan oluşur ve "O₃" şeklinde gösterilir. Doğal olarak ozon atmosferin üst tabakalarında bulunur ve kızıl ötesi UV solar ışınlarının geçmesini önleyen bir örtü görevi görür. Elektrik deşarjı ile elde edildiğinde 0.02 ppm' den sonra keskin bir kokuya sahip, renksiz, kararsız bir gazdır (<http://www.ozonjeneratuoru.com>).

Ozon molekülleri atmosferde buldukları yere göre farklı karakteristik özellikler gösterirler. Stratosfer tabakasındaki ozon canlılar için yararlı olup, buna karşılık dünya yüzeyine yakın atmosfer tabakasında (troposferde) bulunan %10 oranındaki ozonun yıkıcı etkisi bulunmaktadır.

Atmosferdeki diğer moleküllerle reaksiyona giren ozonun, bitki ve hayvanların canlı dokularına çeşitli zararları bulunmaktadır. Atmosferdeki ozonun yaklaşık %90' ı yeryüzünden itibaren 10-40 km arası yükseklikte ve stratosfer tabakasında bulunur. Bu bölgedeki ozonun özelliği; tüm canlı varlıkları, doğal kaynakları ve tarımsal ürünleri olumsuz yönde etkileyen ultraviyole (UV) ışınlarını absorbe etmesidir.

Ozon gazının doğada oluşmasının yanında günümüzde oksijen atomunun parçalanmasıyla teknolojik üretimi de mümkündür ve yaklaşık 1 kg ozon için 30-35 kilowatsaat' lik bir enerjiye ihtiyaç vardır. Yüksek konsantrasyon ve miktarda ozon üretimi, kuvvetli bir elektriksel alandan “oksijence zengin bir gaz” geçirilerek gerçekleştirilir. Bunun için; %21 oranında oksijen içeren kuru hava, azotu alınmış kuru hava olarak adlandırılan PSA oksijeni veya özel tekniklerle sanayi gazları üreten bir firmadan ağırlıkça %99' dan fazla oksijen içeren saf oksijen gazı (LOX) kullanılır. Düşük kapasiteler için küçük oksijen tüpleri de kullanılabilir. Bu tüplerde gaz formunda sıkıştırılmış saf oksijen bulunmaktadır.

Teknolojik olarak ozon üretimi iki farklı yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler; Corona Discharge Ozon Jeneratörleri ve Ultraviyole Ozon Jeneratörleri' dir.

Corona Discharge yöntemi, oksijen atomunun (O_2) çift bağını elektrik akımı verilmesiyle bozarak diğer serbest kalan oksijen atomu ile birleşmesiyle ozon gazı (O_3) oluşturmaktadır. Corona Discharge yöntemi ile diğer yöntemlere göre çok daha az enerji, çok daha düşük maliyet, çok daha yüksek miktarlarda ozon gazı üretmek mümkün olduğundan günümüzde yaygın olarak kullanılan yöntemdir.

Ultraviyole yöntemi ile oksijen atomunu 220 nm' den daha kısa dalga boyda ışık veren ultraviyole ampulünün etrafından geçirilerek parçalanmasını sağlayıp serbest kalan oksijen atomu ile birleşip ozon gazını oluşturmaktadır. Bu yöntemle üretilmiş ozon gazı veriminin çok düşük olması ve daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulması sebebiyle uygulamalarda tercih edilmemektedir.

Ozon çok çabuk reaksiyona girdiği için hızla tükenir ve oksijene dönüşür. Ayrıca, ömrü sınırlıdır; reaksiyona gireceği hiçbir şeyin olmadığı tamamen steril ortamlarda dahi, kendiliğinden bozularak oksijene dönüşür. Bu yüzden depolanamaz, kullanılacağı yerde ve zamanda üretilmelidir. Kendiliğinden bozulması ve yok olması "yarı ömür" olarak ifade edilir. Yarı ömür, konsantrasyonunun yarıya düşmesi için gereken süredir. Sudaki yarılanma ömrü ortam sıcaklığına bağlı olarak farklılık gösterir. Bu değer suda, 15 °C' den 35 °C' ye kadar artış söz konusu olduğunda, 30 dakikadan 8 dakikaya kadar düşmektedir (<http://www.yagmurteknik.com.tr>).

Ozon; birçok molekül parçalar, oksitler, değiştirir. Bu etki ile deodorizma yani, koku giderici görevi yapar. Aynı deodorizma ve flokülant etkilerini suda da gösterir. Ozonla ortamda bulunan bakteri, mantar, virüs ve maya yok edilebilir. Ortamda bulunan ağır metalleri, solvent buharlarını, zehirli gazları oksitleyip bozarak, kanserojen ve diğer zararlı etkilerini yok eder.

Bu özellikleri ile atmosferik ve teknolojik ozonun tarımda kullanım etkinliğinin belirlenmesinde farklı araştırmalar (Cieslik 2009, Coyle ve ark. 2008, Liu ve ark. 2009, Then ve ark. 2009) yürütülerek üretim ve kalite üzerine etkilerinin açıklanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, ozon, toprak ve atık suların dezenfeksiyonu, sulama suyu kalitesinin iyileştirilmesi, tohumun arındırılması, ürün depolamada, seralarda, topraksız bitki yetiştiriciliğinde, çiçekçilikte, mantar yetiştiriciliğinde ve özellikle damla sulamada kullanılmaktadır.

Ozonun damla sulama ile birlikte kullanılmasına yönelik çalışmalar 1990' lı yıllara uzanmaktadır. Ozon jeneratörlerinin geliştirilmesiyle dozlamının kontrol altına alınabilmesi sağlanmıştır. Damla sulama sistemlerinde, sistemin birçok avantajı ile birlikte, ozon kullanımıyla daha yüksek ve kaliteli üretim sağlanabilmektedir. Bunun yanında tarımsal amaçlı kullanılan gübre ya da diğer etken maddelerden tasarruf sağlanarak, bitkiye, toprağa, insanlara ve çevreye verilen zarar azaltılmaktadır. Ozon uygulanmış su ile sulanan bitkilerin kök bölgesinde gelişim daha fazla oksijen bulunmasından dolayı hızlı ve yüksek oranda olmakta; ayrıca zararlı mikroorganizmalardan temizlenmektedir.

Pryor (2001) tarafından çilek üzerinde yürütülen çalışmada; ozon enjekte edilmiş sulama suyu kullanılarak verim değerleri ve kök bölgesinde mikroorganizma faaliyetlerindeki değişimler incelenmiştir. Araştırma sonucunda ozon uygulanan çalışma konularında verimde %2-15' lik bir artış gözlenmiştir. Kök bölgesindeki mikroorganizma faaliyetleri üzerine ozonun olumlu iyileştirici etkilerinin olduğu ve yararlı mikroorganizmaların gelişiminin arttığı sonucu açıklanmıştır.

Yeşil alanlar oluşturmak için kullanılacak olan, çim tohumlarının çimlenmesi önünde engel teşkil eden mantari patojenlerin etkilerinin incelenmesi ve bu patojenlerin ağır kimyasal maddeler kullanılmadan, ekosistem üzerinde herhangi bir zarara yol açmadan yok edilmesi için yürütülen çalışmada, farklı ozon konsantrasyonlarına sahip sulama suları farklı sürelerde (10-40 dk) tohumlar üzerinde uygulanmıştır. Sonuç olarak, bu mantarların koloni oluşturma durumları, süreleri incelenmiş uygulanan dozların etkileri gözlenmiş, ozonun etkili bir fumigant olduğu sonucuna varılmıştır (Hsieh ve ark. 1998).

Pryor (2001)' de açıklandığı üzere; Westerdahl (1998) tarafından Kaliforniya üniversitesi araştırma çiftliğinde domates üzerinde yapılan çalışmada; domates bitkisinin ozon gazı verilmiş sulama suyu ile sulanması, verilen ozonun kök hastalıklarının gelişimi üzerine etkileri ile verim-kalite üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, 280 kg ha⁻¹ ozon uygulanan deneme konusunda, ozon uygulanmayan konuya göre %44 meyve oluşumunun arttığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, kök nematodu oluşumunun azaldığı, meydana gelen verim artışının ise bitkilerin besin maddelerine ulaşımının ozonun olumlu

etkileri sonucu kolaylaşması ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. Aynı araştırmacı tarafından yürütülen diğer çalışmada, havuç bitkisi ozon gazı enjekte edilen damla sulama sistemiyle sulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ozon gazı kök bölgesindeki faydalı mikroorganizma miktarını arttırmış, kök bölgesindeki hava-su dengesini hava lehine olumlu yönde etkileyerek bitkilerin mevcut besin maddelerine daha rahat ulaşmalarını sağlamıştır. Bunun da elde edilen havuç veriminde (56-280 kg ha⁻¹) ciddi oranlarda bir artış sağladığı belirtilmiştir.

Ozon dozajının ayarlanmasındaki zorluklardan dolayı, UV sistemleri, ısıtma, filtrasyon vb. diğer teknikler karşısında daha etkin bir şekilde kullanımı kısıtlanmaktadır. Yapılan çalışmada bir m³ su için saatte uygulanan 5-10 g ozon dozunun (ya da daha etkili olması için iki katının) suların iyileştirilmesinde veya besin maddeleri uygulandıktan sonra suyun sistemde tekrar kullanımında etkin olduğu gözlemlenmiştir (Nederhoff 2001).

Raub ve ark. (2001) ozon gazı enjekte edilmiş suyun toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada ozon enjekte edilmiş sulama suyu kullanımında bitkilerin daha dinç, güçlü oldukları, hastalık ve zararlı oluşumunun azaldığı, su alımının arttığı ve gübre kullanımına olan ihtiyacın azaldığı bulgularına erişilmiştir.

Ajwa ve ark. (2002) tarafından yapılan araştırmada, toprak fumigasyonu için damla sulama ile kullanılmakta olan kimyasalların, toprak, mikroorganizmalar ve çevre üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada yaygın olarak kullanılmakta olan MeBr, MeI, PrBr, MITC vb. maddelerin etkileri, yarılanma ömürleri, kullanımlarının denetlenmesinde karşılaşılan zorluklar ve zararları ortaya konulmuştur. Sonuç olarak damla sulamada fumigasyonda daha etkili ancak, kullanılmakta olan muadillerinden daha zararsız yeni kaynakların bulunmasının gerekliliği anlatılmıştır.

Sulama suyu temini günümüz şartlarında giderek zor olmakta ve önem kazanmaktadır. Suyun iyileştirilmesinde teknoloji kullanımının arttırılması ve bu esnada çevreye zarar verilmeyecek şekilde davranılması gereklilik arz etmektedir. Yiasoumi (2005) yaptığı çalışmada, su iyileştirme yöntemlerini bitki patojenlerinin kontrolü açısından incelemiştir. Yapılan araştırmada, sulamada geri dönüşüm sularının iyileştirme aşamalarından geçirildikten sonra kullanılmasının önemi vurgulanmıştır. Gerekli iyileştirme aşamalarına maruz bırakılmadan kullanılan sulama sularının çeşitli hastalık etmenlerini (fusarium ve kök çürüklüğü) içerebildiklerini belirtmiştir. Dezenfeksiyon için kullanılmakta olan yöntemler olarak kimyasal maddeler, MeBr, ultraviyole tekniği ve ozon kullanımı sayılmış, ancak ozonun henüz tam olarak tarımsal amaçlar bakımından tanımlanmayan bir yöntem olmasından dolayı araştırmalara devam edilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur.

Avustralya' da yürütülen çalışmada sulama suyuna hava enjekte edilerek sulanan domateste verim ve fizyolojik özelliklerin değişimi incelenmiştir. Toprakaltı damla sulamada hava enjekte edilmiş sulama suyuyla sulanan konuda, çiçeklenme ve ürün oluşumunun daha erken gerçekleştiği açıklanmıştır. Bu konuda kontrol konusuna göre %21 verim artışı gözlenmiştir. Ayrıca, sudaki hava miktarının artması ile IWUE ve WUE' nin arttığı ve %16 ile %32 arasında gerçekleştiği açıklanmıştır (Bhattarai ve ark. 2006).

Vijayanandraj ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, *Aspergillus niger* bakterisinin soğan bitkisinde yol açtığı siyah çürüklük hastalığını kontrol altına almak için ozon gazını ve ozon enjekte edilmiş sulama suyunu kullanmışlardır. Ozonun mantari hastalık etmenleri üzerine olan etkileri hakkında mevcut bilgilerin, yeteri derecede sağlıklı olmadığını belirten araştırmacılar, ozonun spor oluşumunu azalttığını açıklamışlardır. Ancak uygulanacak dozajlar konusunda gerekli çalışmaların sürdürülmesi gerektiği tavsiyesinde bulunmuşlardır.

Topraktaki mantari hastalık kaynaklarından ileri gelen kök çürüklüğü vb. sorunların çözümünde toprak dezenfeksiyonu yapılmaktadır. Dezenfeksiyonda MeBr gibi güçlü kimyasalların yoğun kullanımı ağır çevre sorunlarına yol açtığı için, 2005 yılında MeBr vb. kimyasalların kullanımı yasaklanmıştır. Ciccacese ve ark. (2007) domates bitkisi üzerinde İtalya' da yaptıkları çalışmada, bu gibi maddelerin yerine damla sulamayla ozon gazı uygulamışlardır. Ozon gazı ($0.8 \text{ mg O}_3 \text{ m}^{-3}$) ile birlikte yapılan sulamalar sonucu olarak, kök çürüklüğü vb. mantari hastalıkların oldukça azaldığı belirtilmiş, kontrol konusuna göre verimde ciddi biçimde ozon uygulamasına bağlı bir artış olduğu açıklanmıştır.

Bhattarai ve ark. (2008) tarafından kabak, bezelye ve soya fasulyesi üzerinde yürütülen çalışmada, toprak altı damla sulama yöntemi 5, 15, 25, 35 cm derinliklerde denenmiş ve sulama suyu hava enjekte edilerek uygulanmıştır. Halen yoğun olarak kullanılmakta olan toprak üstü damla sulama sistemleri, minimum evaporasyon kayıpları ve suyun toprakta en uygun şekilde muhafaza edilebilmesinin sağlanmasından dolayı yüksek sulama suyu uygulama randımanına sahiptirler. Ayrıca sulama suyunun havalandırılmasının farklı lateral derinliklerinde uygulanmasının araştırılması sonucunda, yapılan havalandırmanın özellikle soya gibi yüzeysel kök sistemine sahip bitkilerde verimi %43 gibi yüksek oranlarda arttırdığı ve kök gelişimi, yayılımı ve derinliği üzerine oldukça olumlu etkiler yaptığı belirtilmiştir.

Najafi ve Khodaparast (2009) tarafından yürütülen çalışmada kuru ve taze meyvelerin korunması amacıyla 3 farklı (1, 3, 5 ppm) ozon gazı dozu, 4 farklı etki zamanında (15, 30, 45 ve 60 dakika) uygulanmıştır. Araştırmada uygulanan 60 dakika etki süresi ve 5

ppm ozon dozu uygulamasında, Escherichia coli ve S. Aureus türü patojenlerin meyveler üzerinde bulunmadığı ve ozon uygulamalarının etkinliğinin artırılması sonucunda dezenfeksiyonda başarılı bir biçimde kullanılabilceği belirtilmiştir.

2.2. Damla sulama sisteminin kullanım etkinliği

Birim alandan elde edilecek üretim ve kalitenin artırılmasında toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımının önemli olduğu günümüzde, sürdürülebilir bir tarım için sulama suyu kullanım randımanı yüksek yüzey ve toprakaltı damla sulama yöntemi gibi etkili sulama sistemlerinin kullanımı oldukça önemlidir. Ayrıca, üretimin ve sulamanın etkinliğinin artırılması için, damla sulamada kullanılacak laterallerin seçimi, yerleştirilecekleri derinlik ve lateral aralıklarının ne olacağının bilinmesi gereklidir.

Çiftçileri toprak altı damla sulama sistemlerini kullanmaya iten en dikkat çekici özellik, optimum tohum ve bitki gelişimi için gerekli olan suyun tohumun ihtiyaç duyduğu bölgede etkin bir şekilde bulunmasıdır. Yapılan araştırmalarda, toprak altı damla sulama sistemlerinin aplikasyon derinliğini etkileyen faktörler arasında toprak bünye ve yapısı, bitkinin kök gelişim özellikleri, toprak işleme derinliği, hazırlanan sistemlerin yerlerinde kalma süreleri sayılmaktadır. Özellikle Amerika, Kaliforniya Eyaleti' nde yapılan çalışmalara göre, laterallerin 10, 20 cm derinliklerde kullanıldığı toprak altı damla sulama sistemlerinde soğan bitkisinde verim artışlarının olduğu ve kalitenin belirgin bir şekilde etkilendiği açıklanmıştır (Charlesworth ve Muirhead 2003).

Romero ve ark. (2006) toprak altı damla sulama yönteminin en belirgin avantajını, yüksek su kullanım randımanı (WUE) etkisiyle, diğer sulama yöntemlerine göre düşük su tüketimi ve daha yüksek verim olarak açıklamıştır. WUE' nin artmasının ise otlanın kontrolü, evaporasyonun azalması, kök yayılımı ve gelişiminin artması, yüzey akışın ve derine sızmanın engellenmesi ile sağlandığı ifade edilmiştir. Bütün bunların yanı sıra sulamanın etkin bir şekilde yapılmasının suya ödenen ücretleri azalttığı belirtilmektedir. Bu veriler ışığında, gelen yağışların ve dağılımının azaldığı, kuru ve sıcak yazlar ile yüksek buharlaşmanın görüldüğü Akdeniz iklim bölgelerinde yüzeyaltı damla sulama uygulamalarının kullanımının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Enciso ve ark. (2007) Güney Teksas' ta soğan bitkisi üzerine yaptıkları araştırmada toprakaltı damla sulama lateral aralıklarının (15, 20 ve 30 cm) soğan verimi ve kalite parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yetiştirme sezonunda bitki su tüketimleri 407-513 mm arasında değişmiştir. Soğanın acılığı ve toplam çözünebilir kuru madde değerleri

üzerine lateral aralıklarının istatistiksel olarak bir önemi görülmemiştir. Araştırmada su uygulama randımanları 11.7–13.7 kg m⁻³ olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak lateral aralıklarının soğanın verim ve kalite özellikleri üzerine herhangi bir istatistiksel etkisinin olmadığı açıklanmıştır.

Damla sulama, kararlı bir su uygulamasının istendiği durumlarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Yüzeysel ve yüzeyaltı uygulamalarında verim artışının sağlandığı, toprak altı drenaja olan gereksinimin azaldığı ve sorunlu, tuzlulaşma probleminin olduğu topraklarda kullanımının problemin çözümü üzerine önemli yararlar sağlayabileceği yapılan çalışmalarda görülmektedir. Hanson ve May (2007) tarafından yapılan çalışmada, domates bitkisi damla sulama ile sulanmış, damla lateralleri sıraların ortalarına, 20 ve 36 cm derinliğe gömülerek verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu tertip biçimi ile aynı zamanda yapılan gübrelemenin bitkilerin kök gelişimlerini ve dağılımlarını arttırdığı, bitkilerin besin maddelerine ulaşmalarının kolaylaşmasının sonucunda elde edilen verimin konvansiyel sulama uygulamalarına göre daha yüksek olduğu açıklanmıştır.

Kumar ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, soğan bitkisi gelişim, verim ve kalite parametreleri mikro yağmurlama sulama sistemi ile A kaptan olan buharlaşmanın %60, 80, 100 ve 120' si oranlarından oluşan 4 farklı sulama konusu altında yapılan sulama uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Deneme sonuçlarına göre, soğanın gelişimi ve verim-kalite parametreleri üzerine etkisi bakımından kaptan olan buharlaşmanın %60' ının uygulandığı deneme konusu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Soğan bitkisi, iyi gübreleme ve sulama programları ile desteklendiğinde yüksek verim-kaliteli ürün getirisi sağlayan yoğun bir şekilde tarımı yapılan ticari bir bitkidir. Damla sulama ile beraber yapılan gübreleme (fertigasyon), uygulama kolaylığı sağlaması bakımından yoğun bir şekilde kullanılmakta, verim ve kalite üzerinde oldukça yüksek bir geri dönüşüm sağlamaktadır. Bunun yanı sıra damla sulama kısıtlı su koşullarında tercih edilen, sudan yüksek oranlarda tasarruf edebilmeyi sağlayan bir sulama yöntemidir. Soğan bitkisi üzerinde yapılan çalışmada damla sulama ile karık sulamaya göre 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %72 ve 57 gibi yüksek oranlarda su tasarrufu sağlanmıştır. Gübreleme ile yapılan damla sulama programında daha kaliteli ürün elde edilmiş, karık sulama ile mukayese edildiğinde elde edilen ürünlerin baş boyu ve çaplarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada elde edilen IWUE ve NUE değerlerinin karık sulama uygulamasına göre daha yüksek olduğu, verilen gübre miktarının ciddi oranlarda daha az olarak gerçekleştiği belirtilmiştir (Halvorson ve ark. 2008).

Pattel ve Rajput (2008) soğan bitkisinde gerçekleştirdikleri araştırmada 3 farklı sulama suyu seviyesi (ET' nin %100, 80 ve 60' ı kadar sulama suyu) ve 6 farklı lateral derinliğinin (0, 5, 10, 15, 20 ve 30 cm) soğan verimi üzerine etkilerini ve Hydrus 2D programı yardımı ile de toprak suyunun hareketliliğini tanımlamaya çalışmışlardır. Damla sulama lateralleri 15 cm ve üzeri derinliklerde yerleştirildiklerinde; 60 cm genişliğinde ve 30 cm derinlikteki bir toprak profilinde soğan bitkilerinin gelişimi ve kök oluşumları için normalden %18 daha fazla toprak nemi bulunduğu belirtilmiştir. Maksimum soğan veriminin ise 25.7 t ha⁻¹ ile 10 cm lateral derinliğinde alındığı kaydedilmiştir.

Patel ve Rajput (2009) tarafından yapılan çalışmada, son yıllarda sulama uygulamalarında kullanımı giderek artmakta olan toprak altı damla sulama yöntemi soğan bitkisi sulanmasında incelenmiştir. Bitki su tüketiminin %60, 80 ve 100' ünün uygulandığı 3 farklı sulama konusu ve damla lateralinin yüzey (0 cm) ile 5, 10, 15, 20, 30 cm toprak altına gömüldüğü 6 farklı derinlik konusu oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda maksimum soğan veriminin 60.7 cm sulama suyu uygulanan ve damla lateralinin 10 cm derinliğe yerleştirildiği konuda elde edildiği belirtilmiştir. Maksimum IWUE' nin (0.55 t ha⁻¹cm⁻¹) ise yine aynı konuda elde edildiği açıklanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının yeri

Araştırma, Tekirdağ-İstanbul yolu üzerinde, Tekirdağ il merkezine 20 km uzaklıkta yer alan Karaevli köyünde bulunan bir çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 148 m, enlem derecesi 41° 02' kuzey, boylam derecesi ise 27° 39' doğudur.

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanı yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 13.9 °C' dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4.9 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 23.60 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 585.1 mm olmasına karşın, bunun büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekteşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem %77.9' dur. Nisan ayında bu değer %78.5' e yükselmekte ve Ağustos ayında %72' ye düşmektedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki değeri 2.70 m s⁻¹ dir.

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığından sağlanan 1939-2008 yıllarına ait uzun yıllar ortalama iklim verileri Çizelge 3.1' de ve araştırma alanında bulunan otomatik meteoroloji istasyonu ve A sınıfı buharlaşma kabından (Şekil 3.1) elde edilen, denemenin yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri Çizelge 3.2' de verilmiştir. Her iki yılın yetiştirme dönemlerine ait bazı iklim parametrelerinin onar günlük değişimi ise Şekil 3.2 ve Şekil 3.3' de grafiklendirilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanında yer alan meteoroloji istasyonu

3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Araştırmanın yürütüldüğü çiftlik alanı genel olarak tınlı ve killi bünyeye sahip, organik madde içeriği orta düzeyde, potasyumca zengin topraklardan oluşmaktadır. Alanda taban suyu, tuzluluk ve sodyumluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Alanın kuzey kesimlerinde eğim %2, güney kesimlerinde ise oldukça düşük (%0.2) düzeydedir.

Araştırma, 2009 ve 2010 yılları için iki farklı deneme parselinde yürütülmüştür. Her bir deneme parseli için toprak analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma parsellerinin çiftlik arazisindeki konumu Şekil 3.4’ de görülmektedir.

3.1.4. Su Kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

Denemenin yıllar itibari ile farklı alanlarda yürütülmesi sebebi ile suyun tarla başına getiriliş şekli farklılık göstermektedir. Sulama suyunun sağlanmasında alanda yer alan 4 L s^{-1} debiye sahip bir derin kuyudan yararlanılmıştır. Bu kuyudan alınan su tarla başına 25 m uzaklıkta bulunan 300 m^3 lük bir depolama havuzuna basılmaktadır. Denemenin ilk yılında sulama suyu, havuzun hemen yanına yerleştirilen, suyu 26 m yüksekliğe basabilen bir benzinli motor ile çalışan santrifüj pompa aracılığı ile parsellere iletilmiştir (Şekil 3.5).

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1939 – 2008)

Uzun Yıllar İklim Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık. (°C)	4.9	5.0	7.3	11.8	16.6	21.2	23.6	23.4	19.9	15.3	10.4	6.8	13.9
Ortalama Max. Sıcaklık. (°C)	7.9	8.7	10.6	15.5	20.5	25.4	27.8	27.9	24.2	19.4	14.7	10.4	17.8
Ortalama Min. Sıcaklık. (°C)	1.8	2.2	3.8	8.0	12.5	16.4	18.7	18.8	15.8	11.9	7.9	4.2	10.2
Ortalama Bağıl Nem. (%)	82.6	80.6	80.5	78.5	77.1	73.7	70.9	72.0	75.0	78.9	81.9	82.6	77.9
Ortalama Rüzgar Hızı*. (m s ⁻¹)	3.0	3.1	2.8	2.3	2.2	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	3.1	2.7	2.7
Ortalama Güneşlenme Süresi. (h)	2.8	4.0	4.7	6.2	8.1	9.5	10.0	9.3	7.8	5.4	3.8	2.6	6.2
Yağış. (mm)	65.0	51.8	54.0	45.5	39.9	37.5	26.6	20.2	35.6	57.1	73.3	78.6	585.1
Buharlaştırma. (mm)	-	-	-	62.4	112.4	138.1	176.8	170.2	113.2	67.8	22.6	9.2	872.7

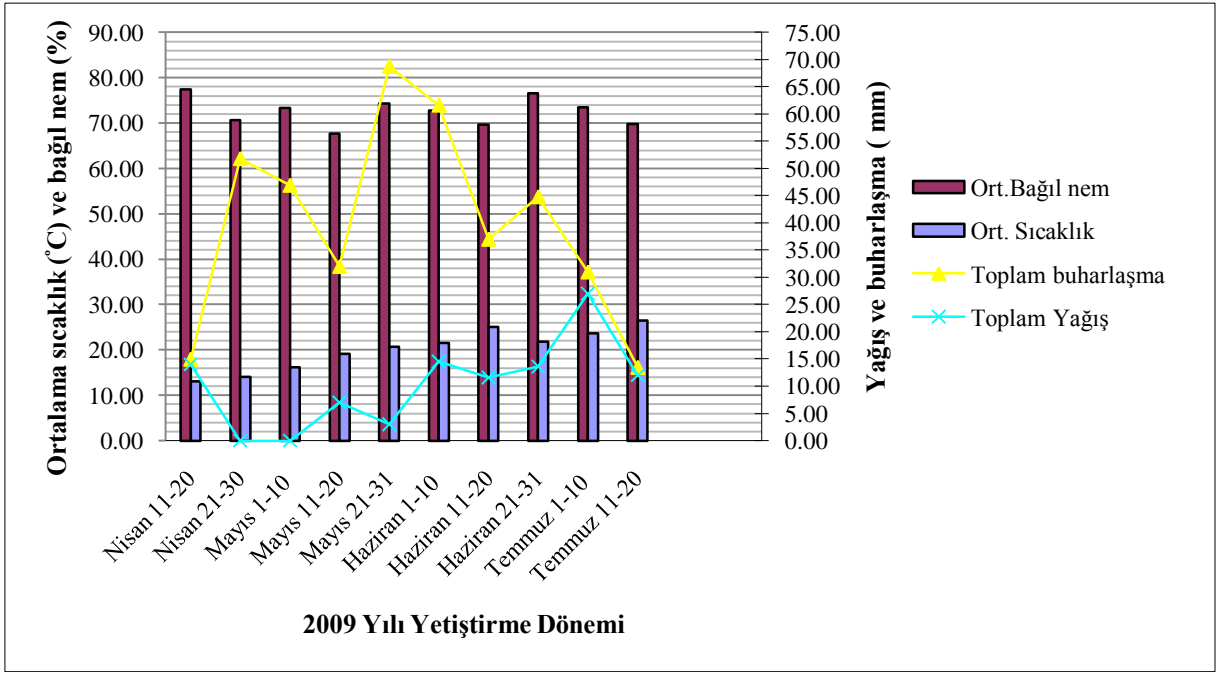
* 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2009 ve 2010 yıllarına ait iklim verileri

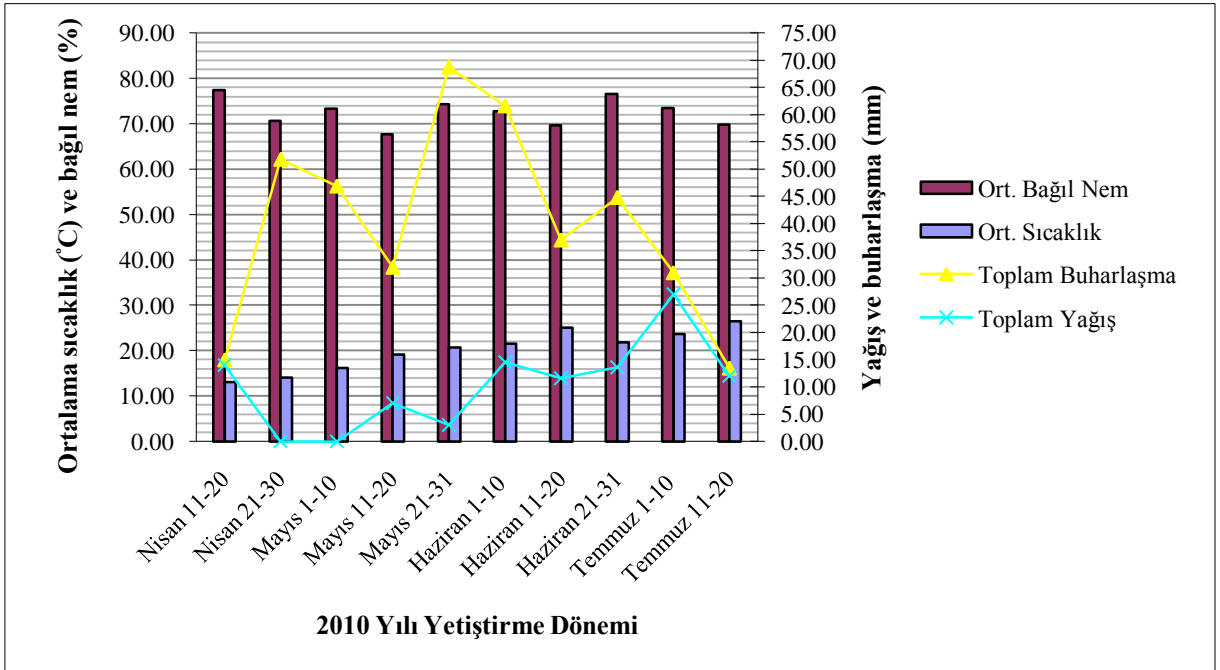
Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm gün ⁻¹)	Yağış (mm)
2009	Nisan						
	Nisan 10-20	12.25	83.40	2.12	7.77	21.83	3.60
	Nisan 21-30	11.32	81.90	2.60	6.03	20.47	11.00
		11.78	82.65	2.36	6.90	42.30	14.60
	Mayıs						
	Mayıs 1-10	14.31	89.40	1.96	6.83	21.50	3.80
	Mayıs 11-20	19.21	78.00	2.40	10.34	47.66	2.40
	Mayıs 21-31	18.72	75.27	2.54	10.54	33.03	0.00
		17.41	80.89	2.30	9.23	102.19	6.20
	Haziran						
	Haziran 1-10	21.07	86.10	2.01	8.65	52.20	9.60
	Haziran 11-20	22.11	70.82	2.74	10.97	52.40	1.10
	Haziran 21-31	22.87	77.90	2.23	9.09	56.94	0.00
	22.02	78.27	2.33	9.57	161.54	10.70	
Temmuz							
Temmuz 1-10	24.81	82.90	2.32	10.06	53.16	1.80	
Temmuz 11-20	25.29	69.60	2.54	9.22	4.98	0.00	
Temmuz 21-31	25.21	64.55	3.68	10.67	5.57	0.00	
	24.81	82.90	2.32	10.06	53.16	1.80	
Ağustos							
Ağustos 1-10***	25.05	79.5	2.35	10.475	4.65	0.00	
	25.05	79.5	2.35	10.475	4.65	0.00	
2010	Nisan						
	Nisan 11-20	12.99	77.40	2.37	5.69	15.00	14.00
	Nisan 21-30	13.99	70.70	3.00	8.98	51.80	0.00
		13.49	74.05	2.69	7.34	66.80	14.00
	Mayıs						
	Mayıs 1-10	16.10	73.30	1.90	9.73	46.90	0.00
	Mayıs 11-20	19.13	67.68	2.65	7.62	32.00	7.00
	Mayıs 21-31	20.68	74.36	2.05	9.05	68.70	3.00
		18.64	71.78	2.20	8.80	147.60	10.00
	Haziran						
	Haziran 1-10	21.57	72.70	2.50	5.92	61.60	14.50
	Haziran 11-20	25.00	69.70	2.41	9.60	37.00	11.60
	Haziran 21-31	21.79	76.55	2.16	4.37	44.80	13.60
	22.79	72.98	2.36	6.63	143.40	39.70	
Temmuz							
Temmuz 1-10	23.58	73.40	2.49	7.55	31.00	27.00	
Temmuz 11-20	26.40	69.80	2.55	10.05	13.50	12.00	
	24.99	71.60	2.52	8.80	44.50	39.00	

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

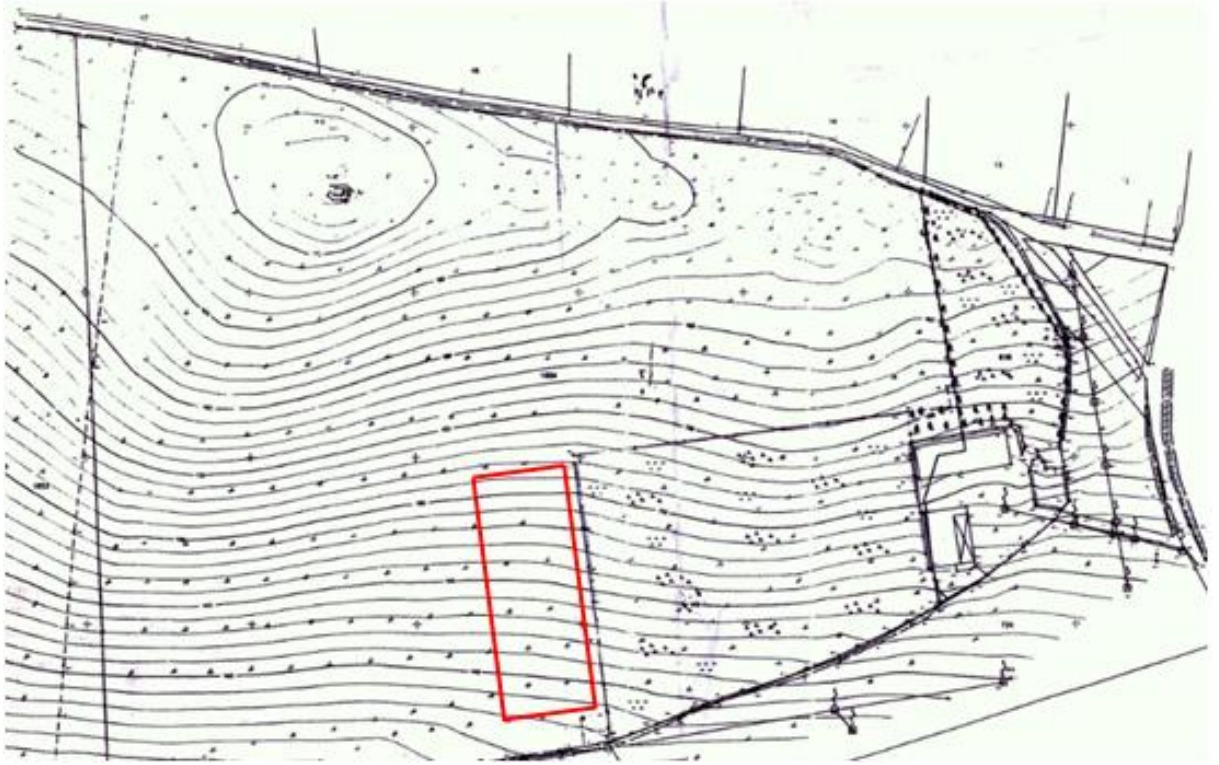
** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir



Şekil 3.2. Yetiştirme dönemine ait iklim elemanlarının değişimi (2009)



Şekil 3.3. Yetiştirme dönemine ait iklim elemanlarının değişimi (2010)



Şekil 3.4. Araştırma alanı

Denemenin ikinci yılında kullanılan sulama suyu için tarla başına yaklaşık 250 m uzaklıkta bulunan ve söz konusu derin kuyudan suyu alan, 20 m³'lük bir depolama havuzundan yararlanılmıştır. Depolama havuzunun hemen yanına konulan bir dizel motopomp ile ($H_m = 46$ m, $Q = 4$ L s⁻¹) ihtiyaç duyulan su parsellere iletilmiştir.

3.1.5. Sulama sistemi

Araştırmada, deneme parselleri farklı bir işletim şekli olan toprak altı damla sulama yöntemi ile sulanmaktadır.

Sulama sistemi sırasıyla, su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, boru hatları ve damlatıcılardan oluşmuştur. Denemenin ilk yılında kullanılan kontrol birimi, 25 L s⁻¹ kapasiteli, ikinci yıl kullanılan kontrol birimi ise, 85 L s⁻¹ kapasiteli kombine bir elek filtre (filtre+hidrosiklon), sistemde oluşan basıncı kontrol etmek ve düzenlemek amacıyla basınç regülatörü ile birim unsurlarının giriş ve çıkışlarına yerleştirilecek manometrelerden oluşmuştur. Suyun alındığı noktadan itibaren iletimi ve dağıtımı 6 atm işletme basınçlı, 50 mm dış çaplı sert PE borularla yapılmıştır. Ana boru hattından yan boru hatlarına geçişte ise vanalar yerleştirilmiştir (Şekil 3.6).

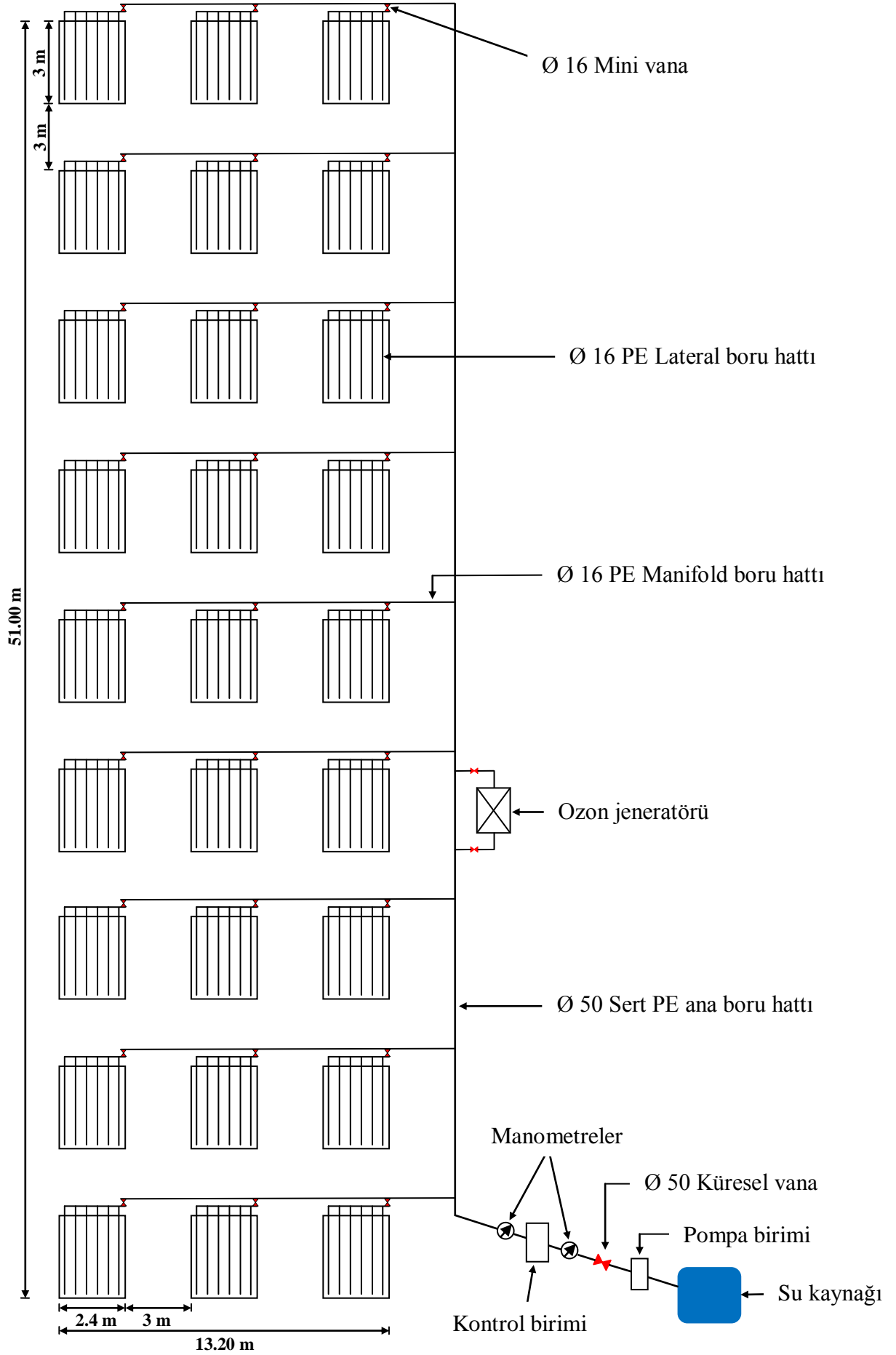


Şekil 3.5. Deneme alanında yer alan su kaynağı

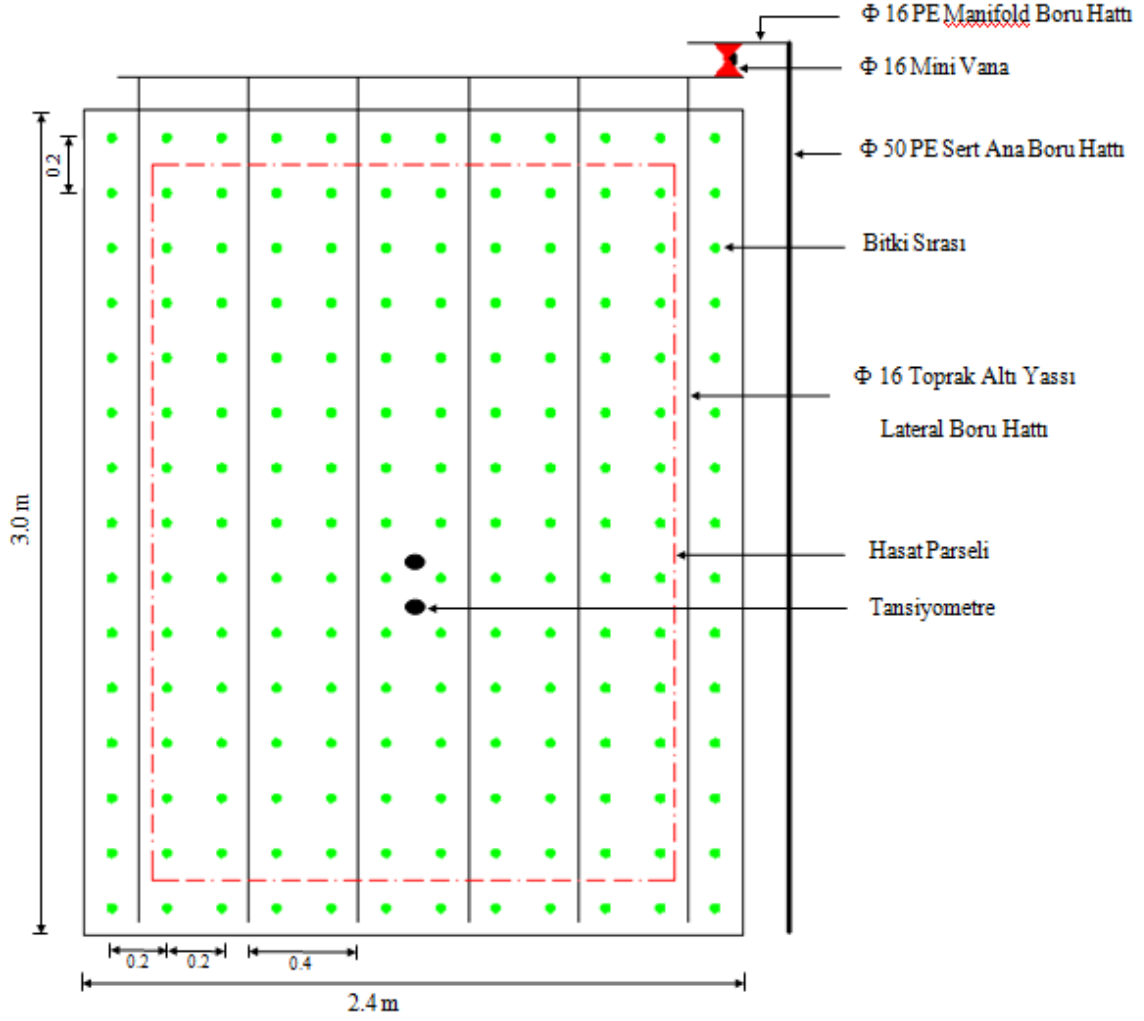
Toprak altı damla sulama yönteminin uygulandığı parsellerde, su ana boru hattı ile 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan manifoldlara iletilmiştir. Deneme parselleri içerisindeki lateral boru hatlarında 4 atm işletme basınçlı ve 16 mm dış çaplı yumuşak PE yassı borular kullanılmıştır. Her bir lateral üzerinde 20 cm aralıklı, 1 atm işletme basıncında 1.8 L h^{-1} debi veren in-line tipte, basınç düzenleyicili damlatıcılar yer almaktadır (Şekil 3.7).

3.1.6. A sınıfı buharlaşma kabı

Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı, 121 cm çapında, 25.5 cm yüksekliğinde, 2 mm galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden oluşmaktadır. Kap içerisindeki suyun hayvanlar tarafından içilmesini önlemek amacıyla kabın üzerine tel bir kafes yerleştirilmiştir. Kaptaki su düzeyi değişimleri 1/100 mm duyarlılıkta mikrometrelilik derinlik ölçme aracı ile ölçülmüştür (Yıldırım ve Madanoğlu 1985).



Şekil 3.6. Denemede kullanılan sulama sistemi unsurları



Şekil 3.7. Bir deneme parselinde damla sulama sisteminin ayrıntısı

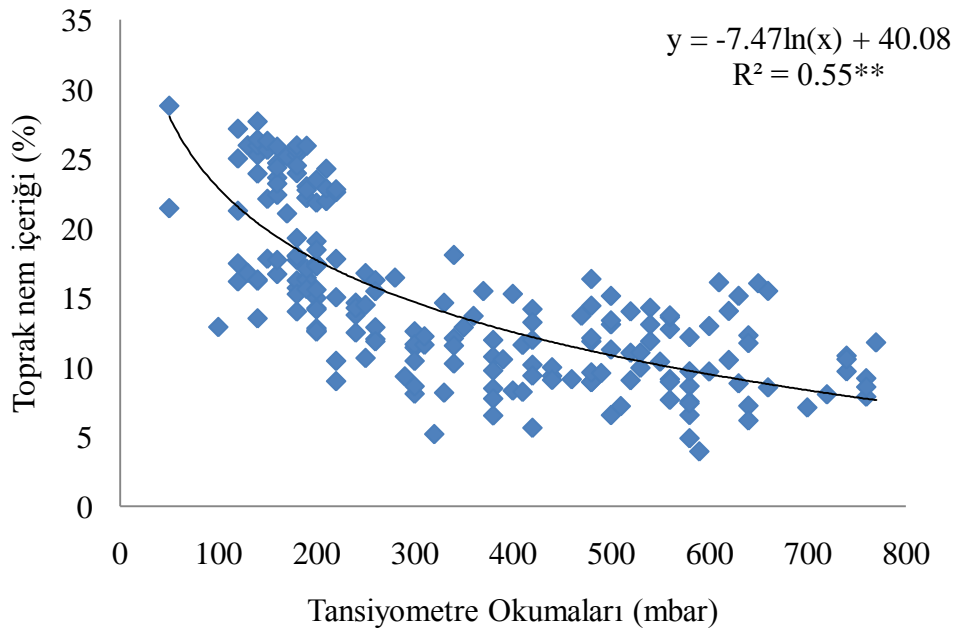
3.1.7. Tansiyometre

Araştırmada toprak nem değişimi tansiyometreler ile izlenmiştir. Bu amaçla Irrrometer firması tarafından üretilen, SR model tansiyometreler kullanılmıştır. Nem belirlemeleri için Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara uygun olarak, deneme parsellerine 30 cm ve 60 cm toprak derinliğine yerleştirilecek şekilde 2' şer adet tansiyometre çakılmıştır (Şekil 3.8). Çalışmaya başlamadan önce arazi koşullarında tansiyometrelerin kalibrasyonu yapılmış ve her bir 30 cm' lik katmanlar için denklemler elde edilmiştir.

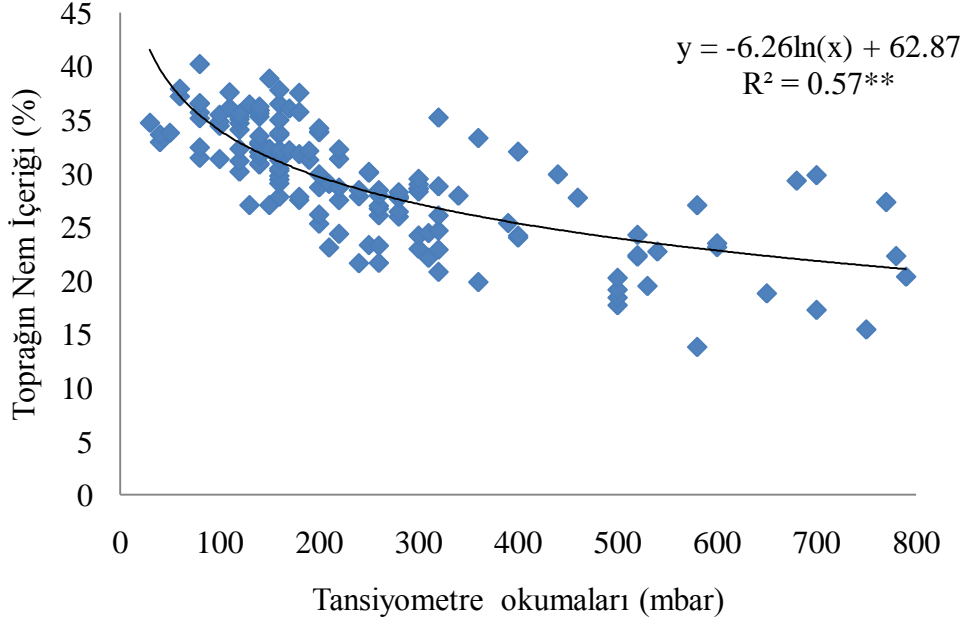
Değişik katmanlar için hazırlanan kalibrasyon eğrilerine ilişkin denklemler Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre test edilerek homojen oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle tüm katmanlara ilişkin kalibrasyon eğrileri ve eşitlikleri yerine tüm profili temsil eden (0-60 cm) bir eğri ve eşitlik kullanılmıştır (Şekil 3.9 ve Şekil 3.10).



Şekil 3.8. Deneme alanında kullanılan tansiyometreler



Şekil 3.9. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi ve eşitliği (2009 yılı)



Şekil 3.10. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi ve eşitliği (2010 yılı)

3.1.8. Ozon jeneratörü

Ozon üretiminde, 2 g h^{-1} üretim kapasitesine sahip, tüplü tip corona discharge yöntemi ile çalışan Ozona AQ 1000 model ozon jeneratörü kullanılmıştır. Corona discharge yönteminde ozon gazı (O_3), oksijen atomunun (O_2) çift bağının elektrik akımı verilerek bozulması ve serbest kalan diğer oksijen atomu ile birleşmesi sonucunda oluşur.

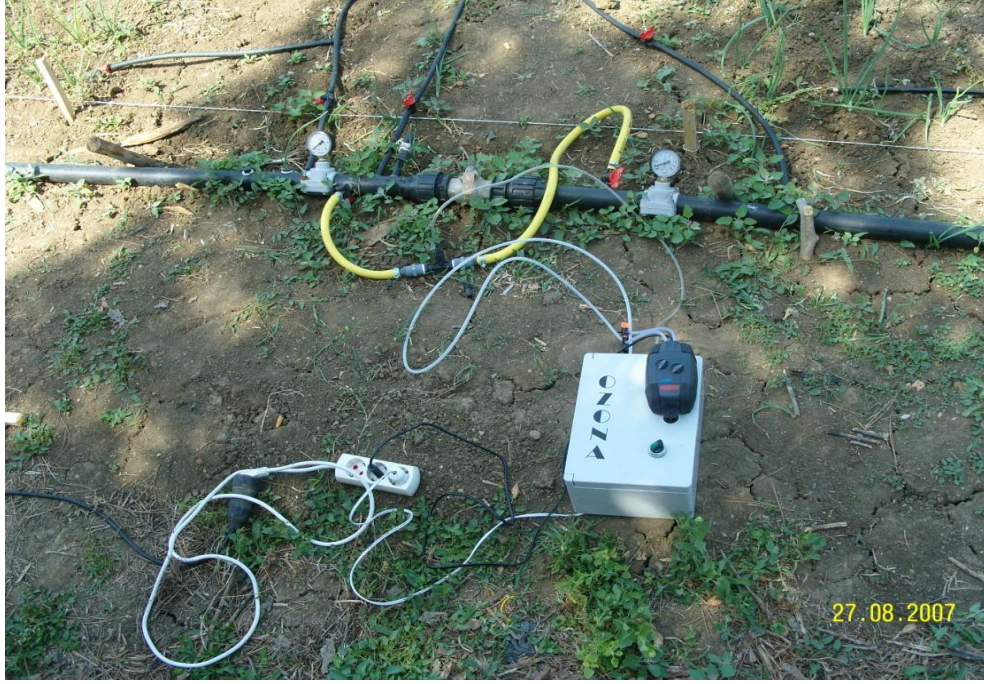
Jeneratör vasıtasıyla elde edilen ozon gazı venturi aracılığıyla Şekil 3.11’ de görüldüğü gibi sulama sistemine enjekte edilmiştir.

3.1.9. Kullanılan arpacığın özellikleri

Araştırmada, Tekirdağ yöresinde yaygın olarak tarımı yapılan Yarım İmrallı çeşidi arpacık kullanılmıştır. Bu arpacıktan yetişen bitki boyu yaklaşık 35 cm, yaprak sayısı 7-8, ortalama baş ağırlığı 80 gr civarındadır. Vejetasyon süresi uzun olan bölgelerde yetiştirilen bu çeşidin kuru koşullarda ortalama verimi 2 t da^{-1} civarındadır (Arın 1993).

3.1.10. Kullanılan bilgisayar paket programları

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve çeşitli denklemlerin elde edilmesinde sırasıyla Tarist ve Excel paket programları kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Ozon jeneratörü

3.2. Yöntem

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alınarak, kullanılacak sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, deneme düzeni ve konuları ile bitki su üretim fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan yöntem hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları

Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak planlanmıştır. Her blok üç ana parsel ayrılmış ve her bir parsel bir ozon uygulamasını oluşturmuştur. Ayrıca her ana parsel üç alt parsel ayrılmış ve bu parsellere lateral derinlikleri tesadüf olarak dağıtılmıştır (Yurtsever 1984).

Deneme konuları;

Uygulanan ozon miktarı (Ana parseller);

O₁ : Ozon uygulaması yapılmayan deneme konusu,

O₂ : Sulama süresinin %50' si kadar ozon uygulaması yapılacak deneme konusu,

O₃ : Sulama süresi kadar ozon uygulaması yapılacak deneme konusudur.

Farklı lateral derinlikleri (Alt parseller);

D₁ : Laterallerin 0 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusu (Lateraller yüzeyde),

D₂ : Laterallerin 10 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusu,

D₃ : Laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusudur.

Arazide uygulanan deneme planı Şekil 3.6' da, bir deneme parselinin ayrıntısı ise Şekil 3.7' de gösterilmiştir. Şekillerden de izlenebileceği gibi, deneme alanı 13.20 x 51.00 m boyutlarında olup, toplam alan 623.20 m²' dir. Oluşturulacak her bir blokta 9 adet parsel bulunmaktadır. Bir deneme parselinin boyutları ise 2.40 x 3.00 m olup, toplam alan 7.20 m²' dir. Parselde 12 adet bitki sırası bulunmaktadır. Bitki sıra aralığı ve sıra üzeri 0.20 m' dir. Tüm sıralarda birer bitki sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece hasat parseli boyutları 2.00 x 2.60 m olmak üzere toplam 5.20 m²' dir. Her bir deneme parselindeki bitki sayısı 180, hasat parselinde ise 150 adettir. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller ve bloklar arasında 3.00 m boşluklar bırakılmıştır.

3.2.2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Denemenin kurulacağı alanda toprak ve suya ait fiziksel ve kimyasal analizler ile deneme süresince yapılacak örneklemelelere ait kimyasal ve fiziksel analizler Ayyıldız (1990) ve Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm laboratuvarı ve Kırklareli Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü' nce yapılmıştır.

Denemelere başlamadan önce, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ve verimlilik analizlerini belirlemek amacıyla 2 farklı yerde 90 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinden ise solma noktası ve bünye sınıfı değerleri Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965)' de belirtilen ilkelere göre belirlenmiştir.

Araştırma alanı topraklarının verimlilik analizleri için ise 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır (Sönmez ve Ayyıldız 1964, Güngör ve Yıldırım 1989). Araştırmada kullanılan sulama suyunun kalite sınıfını belirlemek amacıyla Ayyıldız (1990)' da belirtilen esaslara göre örnekler alınmıştır.

3.2.3. Toprağın su alma hızının ölçülmesi

Toprağın su alma hızının saptanmasında, çift silindirli infiltrometre yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında Delibaş (1994) ve Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen ilkelere uygun biçimde ölçmeler yapılmış ve değerlendirilmiştir.

3.2.4. Buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla, günlük buharlaşma miktarı, mikrometrelili ölçüm kabı kullanılarak, eksik suyun tamamlanması şeklinde, her gün saat 09:00' da ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Her hafta kap içerisindeki su boşaltılarak kap temizlenmiştir (Doorenbos ve Pruit 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

3.2.5. Tarım tekniği

Deneme alanında ekim yapılmadan önce lister ve diskaro çekilerek denemenin kurulacağı alanda toprak altı damla sulama borularının rahatlıkla istenilen derinliğe gömülebilmesi için zemin hazırlanmıştır. Verimlilik analizi sonuçlarına göre her iki yılda da, 28 kg da⁻¹ %20 N ve %20 P (20-20-0) içeren gübre uygulaması yapılmıştır.

Sulama sisteminin kurulması aşamasında, lateral boru hatlarının belirlenen deneme konuları doğrultusunda yeterli derinlikler açılarak toprak altına yerleştirilmesi sağlanmıştır. Uygun derinliklerin açılması, açıldıktan sonra boruların yerleştirilmesi ve diğer tarımsal işlemler Şekil 3.12' de gösterilmiştir. Deneme parsellerinde lateraller ıslatılan alan yüzdesi dikkate alınarak iki sıraya bir lateral olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Denemede yarım imrallı arpacık çeşidi, 2009-2010 yıllarında 10 Nisanda, sıra arası ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde tarla hazırlığı tamamlanan parsellere dikilmiştir. Dikim sonrası 108 L/parsel olacak şekilde can suyu uygulaması, 4 hafta sonra ise boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Deneme süresince ihtiyaç duyuldukça yabancı ot temizliği parsel içinde elle, parsel arasında ise çapa ile gerçekleştirilmiştir.

Ürün hasadı, denemenin ilk yılında 24 Temmuz, ikinci yılında ise 20 Temmuz' da gerçekleştirilmiştir. Her parselden toplanan soğan başları, numaralanan torbalara konularak, laboratuara getirilmiş ve fiziksel ölçümler ile kimyasal analizler için gerekli işlemler yapılmıştır.



Şekil 3.12. Tarımsal işlemlere ilişkin görünüm

3.2.6. Sulama suyu ve ozon uygulamaları

Araştırmada, arpacık dikiminden sonra, sulama suyu damla sulama yöntemi ile parsellere uygulanmıştır. Deneme konularına göre uygulanan net sulama suyu miktarları, açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak hesaplanmıştır. Deneme parsellerinde sulama suyu uygulama aralığının belirlenmesinde, daha önce ülkemizde ve bölgede, soğan üzerine yürütülen araştırmalarda (Şener 1999) belirlenen toplam su tüketiminin büyüme mevsimi içindeki dağılımı dikkate alınarak, 7 gün sulama aralığının uygun olabileceğine karar verilmiştir ve uygulanacak sulama suyu miktarı 7 günlük yığışimli buharlaşma değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber ve ark. 2004).

$$I = K_{pc} \times E_p \times P \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

I : Uygulanacak sulama suyu miktarı, mm

K_{pc} : Buharlaşma kabına bağlı katsayı,

E_p : Yıgışimli buharlaşma miktarı, mm,

P : Damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi, %' dir.

Araştırmada A sınıfı kaptan olan toplam yıgışimli buharlaşmanın her sulamada tamamının uygulanması planlanmış ve böylece K_{pc} katsayısı 1.0 olarak alınmıştır. Belirlenen sulama suyu miktarları her parselin alanı olan 7.2 m² ile çarpılarak, litre cinsinden hesaplanmıştır.

Ozon uygulamaları sulama suyu ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Ozon konularına, çimlenme ve çıkışı takiben, ilk su programının uygulanması ile başlanmış ve sulama suyuna karıştırılarak sürdürülmüştür.

3.2.7. Damla sulama sisteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi

Arpacıkların dikiminden sonra parsellere, Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, her iki bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde lateraller döşenmiştir (Şekil 3.7). Denemede, 1.0 atmosfer basınçta, 1.8 L h⁻¹ debiye sahip, lateral boyuna geçik (inline) damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Papazafrou, 1980).

$$S_d = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L h⁻¹,

I : Toprağın su alma hızı, mm h⁻¹, değerini göstermektedir.

Damla sulama sisteminde ıslatılan alan yüzdesi ise;

$$P = \frac{S_d}{S_l} 100 \quad (3.3)$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1989). Eşitlikte;

P : ıslatılan alan yüzdesi,

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

S_l : Lateral aralığı, m, değerini göstermektedir.

3.2.8. Bitki su tüketiminin saptanması

Araştırmada, soğanın 45-60 cm' lik etkili kök derinliği için bitki su tüketimi değerleri 60 cm toprak derinliğine göre su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi, mm,

I : Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

P : Periyot boyunca düşen yağış, mm,

C_p : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm,

D_p : Derine sızma kayıpları, mm,

R_f : Deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı, mm,

ΔS : Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler, mm,

değerlerini göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C_p değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber 1997).

3.2.9. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı

Deneme konularına uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve hasat verimlerine göre, sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Zhang ve ark. 1999).

$$IWUE = \frac{Y_1}{I} \quad (3.5)$$

$$WUE = \frac{Y_1}{ET} \quad (3.6)$$

Eşitliklerde;

IWUE : Sulama suyu kullanım randımanı, kg m⁻³,

WUE : Su kullanım randımanı, kg m⁻³,

Y₁ : Sulama suyu uygulanan deneme konularından ölçülen hasat verimi, t ha⁻¹,

I : Uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

ET : Ölçülen bitki su tüketimi, mm' dir.

3.2.10. Soğan verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesi

Araştırmada elde edilen verilerin varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü, incelenen karakterler arasındaki korelasyonlar Yurtsever (1984) ile Düzgüneş ve ark. (1987)' de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

Yetiştiricilik sonrası soğanlar üst aksamın başın üzerinden yumuşayarak devrildiği ve yaprakların kurumaya başladığı anda hasat edilmiş ve bitkiler yeşil aksam ile baş özellikleri açısından aşağıdaki yöntemlere göre (Arın 1993) ölçüm, sayım, tartım ve hesaplamalar yapılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm parametreler her bir hasat parselinden tesadüfen seçilen 10 bitkide gerçekleştirilmiştir. Hasat ve hasat sonrası analizlere ait bazı görüntüler Şekil 3.12' de verilmiştir.

Baş ağırlığı (g): Her bitkideki baş ağırlığı 0.01 g' a duyarlı terazide tartılarak tespit edilmiştir.

Bitki boyu, baş boyu, baş eni ölçümlerinde 0.1 mm taksimli kumpas ve şeritmetre kullanılmıştır.



Şekil 3.13. Soğan verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesine ilişkin görüntüler

Bitki boyu (cm): Başların boyun noktasından en uzun yaprağın ucuna kadar olan uzunluk ölçülmüştür.

Baş boyu (cm): Başın kök ile boyun noktası arasındaki uzunluk ölçülmüştür.

Baş eni (cm): Başın en geniş yeri ölçülmüştür.

Yaprak sayısı: Bitki boyu ölçümü yapılan bitkilerde adet olarak yapraklar sayılmıştır.

Verim (ton ha⁻¹): Parsellerden elde edilen pazarlanabilir ürünlerin ağırlıklarının toplanması ve dekara oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

Kuru madde içeriği (%): Soğan başlarının yaş ağırlıkları tartıldıktan sonra 65 °C' de sabit ağırlığa ulaşmaya dek kurutularak kuru ağırlıkları alınmış ve yaş ağırlığa oranlanarak kuru madde içerikleri (biomas) hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (Kacar 1972).

Suda eriyebilir kuru madde (%): Kuru madde içeriği için hazırlanan yaş örnekte el refraktometresi ile Anonim (1989)' da belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

pH : Bu değer hazırlanan yaş örnek ekstraktında pH metre ile Anonim (1989)' da belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

Protein içeriği (%): Deneme konularından alınan örneklerde Kjeldahl metodu ile ham protein miktarları belirlenmiştir (Karabulut ve Canbolat 2005).

Toplam ve İvert şeker (%): Şeker miktarları Lane-Eynon yöntemi ile Anonim (2006)' da belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

3.2.11. Toprakta bakteri miktarının belirlenmesi

Araştırmanın her iki yılında toprakta mevcut bakteri miktarının belirlenmesinde Klement ve ark. (1990)' da belirtilen esaslara göre plak kültürü sayım tekniği metodu ile bakteri analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, denemenin başlangıcında ve bitiminde 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilerek kurutulmuş ve 2 mm' lik elekten geçirilerek analize hazırlanmıştır.

3.2.12. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmış, sulama suyu ve bitki su tüketimi ile anılan verim öğeleri arasındaki ilişkiler regresyon eşitlikleri ile Yurtsever (1984)' de verilen esaslara göre değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel ve verimlilik analizlerine ilişkin sonuçlar, sulama suyu ve ozon konsantrasyonuna ilişkin sonuçlar, bitki su tüketimi, verim ve verim parametrelerine ilişkin sonuçlar verilmiş ve bulunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Toprağın fiziksel özelliklerine ilişkin sonuçlar

Araştırma alanında iki farklı profilden alınan toprakların fiziksel özellikleri; bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' deki sonuçlara göre, denemenin ilk yılında, araştırma alanının tüm katmanlarındaki toprak bünye sınıfı kil, kullanılabilir su tutma kapasitesi $96.47 \text{ mm } 60 \text{ cm}^{-1}$, ikinci yıl ise toprak bünye sınıfı tın ve su tutma kapasitesi $105.36 \text{ mm } 60 \text{ cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri her iki yılda da ortalama 20 mm h^{-1} alınmıştır.

Deneme parsellerinden 0-20 cm ve 20-40 cm toprak derinliklerinden verimlilik analizi amacıyla alınan toprak örneklerinin analizine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çizelge 4.2' de yer alan toprak analiz sonuçlarıyla, Trakya bölgesi sebze yetiştiriciliğinde tavsiye edilen gübre miktarları ve soğanın vejetasyon döneminde kaldırdığı besin elementi seviyesi dikkate alınarak, toprak hazırlığı ve bitki gelişim dönemlerinde uygulanması gereken gübreleme programı çıkarılmıştır.

4.2. Sulama suyu analizi

Kullanılan sulama suyunun kalite analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3' de verilmiştir. Sulama suyu kalite sınıfı T_2S_1 'dir. Çizelgeden izleneceği gibi, sulama suyu analiz sonuçlarının bitki gelişmesini olumsuz etkileyecek özelliklerde olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Yıl	Profil Derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)	
			%	mm	%	mm			
2009	0-30	Kil	31.425	143.02	21.02	95.66	1.52	47.35	
	30-60	Kil	31.015	141.89	20.28	92.78	1.53	49.11	
	60-90	Kil	30.025	139.62	18.195	84.61	1.55	55.01	
	0-60			284.91		188.44			
	0-90			424.53		273.05		151.48	
2010	0-30	Tım	28.83	125.41	18.11	78.78	1.45	46.63	
	30-60	Tım	29.91	136.39	17.03	77.66	1.52	58.73	
	60-90	Tım	30.32	142.81	15.64	73.66	1.57	69.14	
	0-60			261.80		156.44		105.36	
	0-90			404.61		230.10		174.51	

Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Potasyum K ₂ O (kg da ⁻¹)	Organik Madde (%)
2009	0-20	62	0.085	7.52	4.45	8.54	70	1.86
	20-40	61	0.077	7.58	6.40	7.12	90	1.83
2010	0-20	57	0.079	6.86	1.05	5.54	145	1.85
	20-40	58	0.077	6.86	1.29	5.40	169	1.96

Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları

Yıllar	Sulama suyu sınıfı	EC dS m ⁻¹	pH	Katyonlar (me L ⁻¹)				Anyonlar (me L ⁻¹)		
				Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SO ₄ ⁻
2009	T ₂ S ₁	0.38	7.1	0.41	0.09	1.46	1.61	1.59	0.93	1.05
2010	T ₂ S ₁	0.41	7.2	0.55	0.05	1.45	1.66	2.00	0.94	0.77

4.3. Damla sulama sisteminin boyutlandırılmasına ilişkin sonuçlar

Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 1.8 L h^{-1} , damlatıcı aralığı ise 0.20 m olarak seçilmiştir. Lateraller her 2 bitki sırasına 1 adet olacak biçimde 0.40 m ara ile döşenmiş ve böylece ıslatılan alan yüzdesi 3.3 no' lu eşitlik ile %50 olarak bulunmuştur.

4.4. Uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları

Denemenin yapıldığı 2009-2010 yılı yetiştiriciliklerine ilişkin dikim, hasat tarihleri ve büyüme mevsimi uzunlukları Çizelge 4.4' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi bitki hasat olgunluğuna 2009 yılında 105 gün, 2010 yılında ise 102 günde ulaşmıştır.

Sulama sezonu boyunca, her bir deneme konusuna ilişkin sulama sayıları, sulama tarihleri, buharlaşma değerleri ve uygulanan sulama suyu miktarları ilk yıl için Çizelge 4.5, ikinci yıl için ise Çizelge 4.6' de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konularına yaklaşık 7 gün ara ile ilk yılda 12, ikinci yılda ise 8 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları, ilk yıl 374.1 mm, ikinci yılda ise 291 mm'dir. 2010 yılı yetiştiriciliğinde etkili yağışın daha fazla olması nedeniyle daha az sulama suyu uygulanmıştır.

Tüm deneme konularında 2009 ve 2010 yılı yetiştiricilik dönemleri içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları, etkili yağış ve topraktaki nem değişimi değerleri de dikkate alınarak hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Ek Çizelge 1 ve 2' de ayrıntıları ile verilmiştir. Bu değerlere göre saptanan günlük ortalama bitki su tüketimi değerleri grafiklendirilerek Şekil 4.1 ve 4.2 'de verilmiştir.

Her bir deneme konusu için ölçülen, toplam mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.7' verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği gibi en fazla bitki su tüketimi her iki yılda da D₁ konusunda gerçekleşmiştir. Bunun nedeni olarak lateral hatlarının yüzeyde serili olmasından dolayı, verilen sulama suyunun buharlaşma etkisi ile daha çabuk tükenmesi söylenebilir. En düşük bitki su tüketimi ise mevsim boyunca sulama suyu uygulanmayan susuz konuda gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.4. Soğan bitkisinin dikim ve hasat tarihleri, etkili yağış, buharlaşma miktarları ve büyüme mevsimi uzunluğu

Dikim tarihi	Hasat tarihi	Etkili yağış (mm)	A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları (mm)	Büyüme mevsimi (gün)
10.04.2009	24.07.2009	33.3	359.1	105
10.04.2010	20.07.2010	102.7	276.0	102

Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2009 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm)	Uygulanan sulama suyu (mm)
Can Suyu	10.Nis	-	15
1	17.Nis	15.2	15.2
2	27.Nis	22.1	22.1
3	08.May	18.3	18.3
4	15.May	28.7	28.7
5	21.Nis	32.6	32.6
6	29.May	27.6	27.6
7	05.Haz	25.2	25.2
8	12.Haz	37.8	37.8
9	19.Haz	35.6	35.6
10	26.Haz	41.3	41.3
11	03.Tem	37.7	37.7
12	10.Tem	37	37
Toplam		359.1	374.1

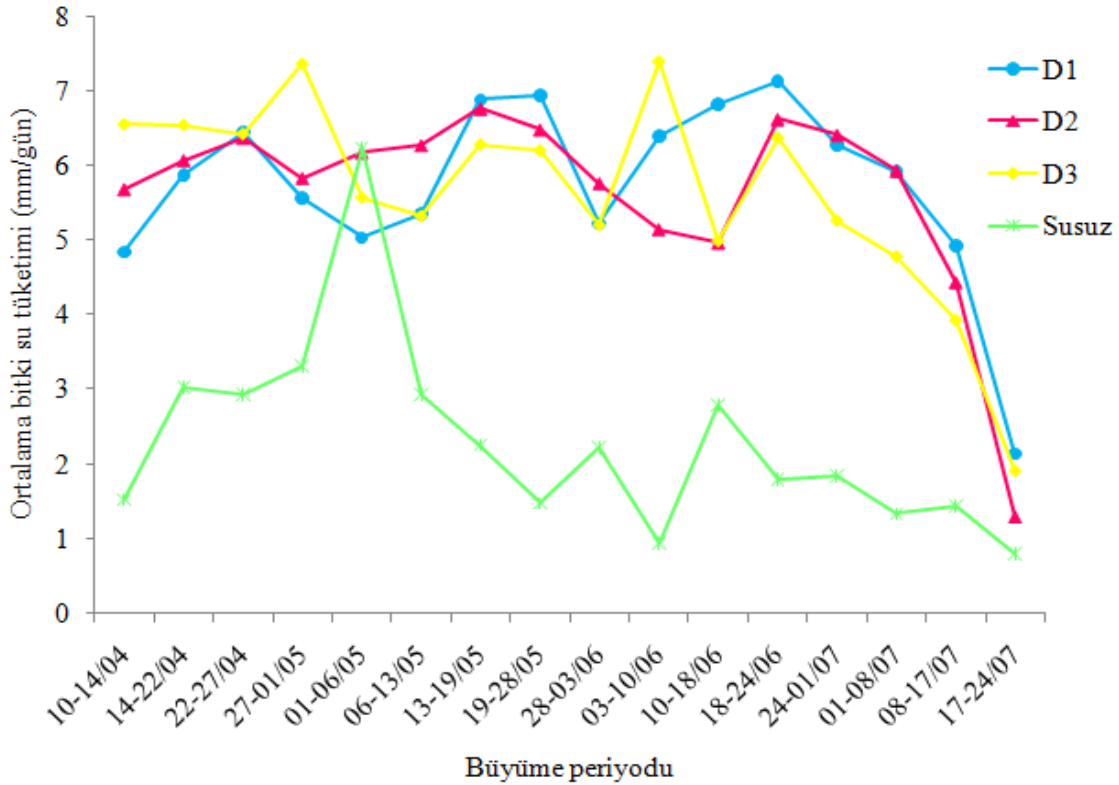
Çizelge 4.6. Araştırma konularına 2010 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm)	Uygulanan sulama suyu (mm)
Can Suyu	10.Nis	-	15
1	15.Nis	15	15
2	25.Nis	30	30
3	05.May	26	26
4	12.May	41	41
5	22.May	32	32
6	29.May	38	38
7	06.Haz	52	52
8	14.Haz	42	42
Toplam		276	291

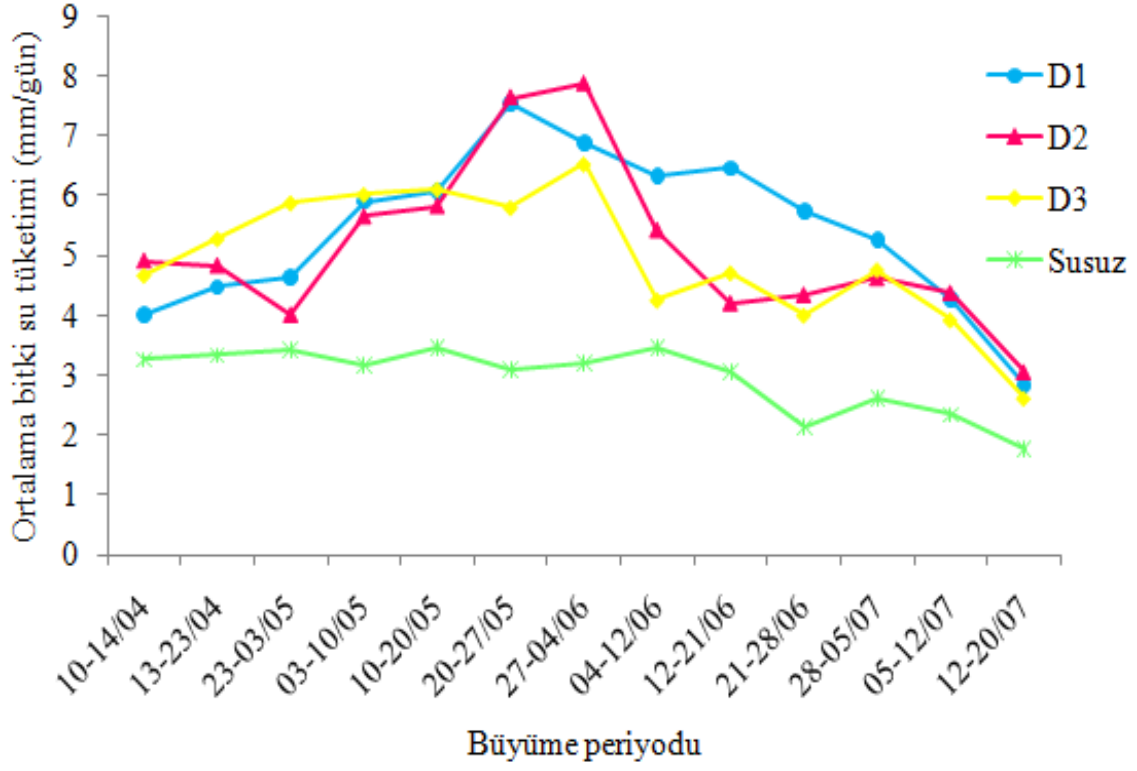
Deneme konularının tümüne uygulanan toplam sulama suyu miktarları 2009 yılında D₁, D₂ ve D₃ konuları için 374.1 mm; 2010 yılında ise 291 mm olmuştur. 2010 yılında uygulanan sulama suyunun 2009 göre daha düşük olması, bu periyotta düşen yağışın fazla olması ve dolayısıyla buharlaşmanın düşük kalmasına bağlanabilir. Çizelge 4.7’ de izlenebileceği gibi toplam buharlaşmanın tamamının uygulanması halinde farklı derinliklere göre 2009 yılında hesaplanan toplam su tüketimi 571.36-581.25 mm arasında değişirken, 2010 yılında ise 507.61-551.04 mm arasında değişmiştir. Dolayısıyla, bitki su tüketimleri yıldan yıla bir miktar değişim göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen 507-581 mm aralığına sahip toplam bitki su tüketimi değerleri ülkemizde ve dünyada yapılan daha önceki çalışmalardan elde edilen 217- 607 mm mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile paralellik göstermektedir (Kumar ve ark. 2007, Patel ve Rajput 2008).

Denemede damla sulama ile uygulanan ozon doğrudan sulama suyu ile birlikte parsellere uygulanmıştır. Her iki yılda da ozon uygulamalarına ilk sulama ile başlanmış, her sulamada sulama süresinin tamamı ve yarısı olacak biçimde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Günlük bitki su tüketimi değerlerinin 2009 yılındaki değişimi



Şekil 4.2. Günlük bitki su tüketimi değerlerinin 2010 yılındaki değişimi

Çizelge 4.7. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına göre hesaplanan toplam bitki su tüketimi değerleri (mm 60 cm⁻¹)

Deneme konuları		Yetiştiricilik dönemi	
		2009 Yılı	2010 Yılı
O ₁	D ₁	581.25	551.04
	D ₂	579.26	515.85
	D ₃	571.36	507.61
O ₂	D ₁	581.25	551.04
	D ₂	579.26	515.85
	D ₃	571.36	507.61
O ₃	D ₁	581.25	551.04
	D ₂	579.26	515.85
	D ₃	571.36	507.61
Susuz		232.79	299.94

4.5. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi

Bu bölümde, hasatta ve laboratuvar koşullarında her bir deneme konusu için belirlenen toplam pazarlanabilir verim, birim baş ağırlığı, baş boyu, baş eni, bitki boyu, yaprak sayısı, kuru madde içeriği, suda eriyebilir kuru madde içeriği, pH miktarı, protein içeriği, toplam ve invert şeker parametrelerine ilişkin elde edilen sonuçlar ve bu değerlere göre yapılan istatistiksel analizler detaylı olarak verilmiştir.

4.5.1. Toplam pazarlanabilir verim

Araştırmada dikkate alınan farklı lateral derinliği ve ozon düzeyleri konularından elde edilen verimler Çizelge 4.8' de ve varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.9 ve 4.10' da verilmiştir. Çizelge 4.8' den izleneceği gibi, 2009 yılında en yüksek ortalama verim lateralın yüzeyde yer aldığı D₁ ve ozon uygulamasının tam olduğu O₃ interaksiyonunda 35.70 t ha⁻¹ olarak, 2010 yılında ise 31.00 t ha⁻¹ ortalama ile lateralın 20 cm derinlikte yer aldığı D₃ ve ozon uygulamasının tam olduğu O₃ interaksiyonunda bulunmuştur. En düşük ortalama verimler ise 2009 yılında 19.44 t ha⁻¹ olarak ozon uygulaması yapılmayan O₁D₁ konusunda, 2010 yılında ise 18.82 t ha⁻¹ olarak sulama süresinin yarısı kadar ozon uygulaması yapılan O₂D₁ konusundan elde edilmiştir.

Deneme konularından elde edilen verim değerlerinin genel olarak ozon miktarlarındaki artışa paralel olarak artması, soğan tarımında damla sulama sistemi ile ozon kullanımının önemini ortaya çıkarmaktadır.

Çizelge 4.8. Toplam pazarlanabilir verim (t ha⁻¹)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	27	18	13	19.44	20	25	26	23.62
	D ₂	22	32	20	24.47	17	21	34	23.88
	D ₃	22	24	19	21.57	24	24	20	22.60
O ₂	D ₁	14	30	31	25.12	19	14	21	18.07
	D ₂	18	30	28	25.29	22	27	17	22.05
	D ₃	34	34	24	30.74	29	18	28	24.99
O ₃	D ₁	26	39	42	35.70	28	35	26	29.58
	D ₂	30	37	28	31.85	23	21	30	24.70
	D ₃	27	38	31	32.03	29	31	33	31.00

Çizelge 4.9. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	212.076	106.038	2.756ns
Ozon	2	582.533	291.267	7.569*
Hata 1	4	153.927	38.482	
Derinlik	2	8.586	4.293	0.127ns
Ozon*derinlik	4	119.491	29.873	0.882ns
Hata	12	406.559	33.880	
Genel	26	1483.172	57.045	

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.10. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	38.590	19.295	1.373ns
Ozon	2	220.832	110.416	7.856*
Hata 1	4	56.217	14.054	
Derinlik	2	39.054	19.527	0.683ns
Ozon*derinlik	4	101.575	25.394	0.888ns
Hata	12	343.024	28.585	
Genel	26	799.294	30.742	

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9 ve 4.10); 2009 ve 2010 yılı yetiştiricilik dönemlerinde lateral derinliği konuları arasında önemli düzeyde farklılık görülmezken, her iki yılda da farklı ozon uygulamaları açısından $p < 0.05$ düzeyinde önemlilik bulunmuştur. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.11’ de verilmiştir. Çizelgeye göre, ilk yılda O_3 konusu birinci grupta, ozon uygulaması yapılmayan O_1 konusu en son grupta yer almıştır. İkinci yılda ise O_3 konusu yine ilk grupta, O_1 ve O_2 konuları son grupta yer almıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, sulama süresi boyunca ozon uygulanan O_3 konusunun ilk yıl ortalama hektara 33.19 t, ikinci yıl ise 28.43 t verim ile en iyi verim grubunu oluşturduğu, dolayısıyla soğan yetiştiriciliğinde bu uygulamanın yüksek verim için önerilebileceği söylenebilir. Soğanın verim düzeyinin ortaya konulması amacıyla yürütülen çok sayıda araştırmada (Kumar ve ark. 2007, Patel ve Rajput 2008, Enciso ve ark. 2009, Lopez-Urrea ve ark. 2009) damla sulama sisteminin kullanılmasıyla verimde artışlar gözlenmiştir ve verim değerleri $12.1-46.0 \text{ t ha}^{-1}$ arasında değişmektedir.

4.5.2. Birim baş ağırlığı

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama birim baş ağırlıkları Çizelge 4.12’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’ da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama baş ağırlıkları 77.78 ile 142.82 g, ikinci yılda ise 75.29 ile 123.98 g arasında elde edilmiştir

Çizelge 4.11. Ozon miktarının toplam pazarlanabilir verime etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama verim (t ha^{-1})	LSD grubu
2009 yılı	O_3	33.19	A
	O_2	27.05	AB
	O_1	21.19	B
	LSD _{0.05}		8.118
2010 yılı	O_3	28.43	A
	O_1	23.37	B
	O_2	21.70	B
	LSD _{0.05}		4.906

Çizelge 4.12. Birim baş ağırlığı (g)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	110	70	54	77.78	79	102	103	94.48
	D ₂	86	128	80	97.88	68	83	136	95.51
	D ₃	88	96	75	86.26	94	97	80	90.41
O ₂	D ₁	56	120	126	100.49	75	58	84	72.27
	D ₂	73	119	111	101.17	88	108	68	88.21
	D ₃	136	137	96	122.98	116	70	114	99.94
O ₃	D ₁	104	155	169	142.82	112	138	105	118.34
	D ₂	122	148	113	127.39	93	83	120	98.79
	D ₃	109	151	124	128.11	118	123	131	123.98

Çizelge 4.13. Birim baş ağırlığına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	3392.665	1696.332	2.756ns
Ozon	2	9321.124	4660.562	7.572*
Hata 1	4	2462.077	615.519	
Derinlik	2	137.177	68.589	0.127ns
Ozon*derinlik	4	1910.656	477.664	0.881ns
Hata	12	6505.181	542.098	
Genel	26	23728.880	912.649	

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.14. Birim baş ağırlığına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	617.169	308.584	1.371ns
Ozon	2	3532.465	1766.232	7.849*
Hata 1	4	900.111	225.028	
Derinlik	2	624.928	312.464	0.683ns
Ozon*derinlik	4	1624.641	406.160	0.888ns
Hata	12	5486.982	457.248	
Genel	26	12786.295	491.781	

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

Denemenin 2009 ve 2010 yılı yetiştirme dönemlerinde, toplam buharlaşmanın tamamının farklı lateral derinliklerinde uygulandığı deneme konuları dikkate alındığında sulama süresi boyunca ozon uygulaması yapılan deneme konusunda (O_3) ortalama birim ağırlık bakımından en yüksek değerler elde edilmiş, istatistiksel olarak lateral derinliği açısından bir fark gözlenmemiştir. Farklı ozon uygulamaları açısından ise 2009 ve 2010 yıllarında ortalama birim ağırlıkları arasındaki farklılık $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.15’ de verilmiştir. Çizelgeye göre, ilk yılda O_3 (sulama süresinin tamamı kadar ozon uygulaması yapılan konu), konusu birinci grupta, O_2 (sulama süresinin yarısı kadar ozon uygulaması yapılan konu) konusu geçiş gruplarında, O_1 (ozon uygulaması yapılmayan konu) konusu ikinci grupta yer almıştır. 2010 yılında ise O_3 konusu tek başına ilk grupta. O_1 ve O_2 konuları son grupta yer almıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde genel olarak ozon miktarındaki artış ile ortalama birim baş ağırlıklarının da arttığını söyleyebiliriz.

4.5.3. Baş boyu

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama baş boyları Çizelge 4.16’ da ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’ de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama baş boyları 58 ile 66 mm, ikinci yılında ise 52 ile 67 mm arasında elde edilmiştir

Denemenin her iki yılında da araştırma konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir. Bu sonuç, gerek farklı lateral derinliği gerekse farklı dozda ozon uygulamalarının baş boyu üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını göstermektedir

Çizelge 4.15. Ozon miktarının birim baş ağırlığına etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama baş ağırlığı (g/bitki)	LSD grubu
2009 yılı	O_3	110.70	A
	O_2	86.81	AB
	O_1	93.47	B
	LSD _{0.05}		32.466
2010 yılı	O_3	113.70	A
	O_1	93.47	B
	O_2	86.80	B
	LSD _{0.05}		19.630

Çizelge 4.16. Ortalama baş boyu (mm)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	66	62	54	60.67	48	61	60	56.33
	D ₂	54	61	66	60.33	55	57	64	58.80
	D ₃	61	62	56	59.67	60	50	59	56.35
O ₂	D ₁	49	61	66	58.67	55	48	53	51.70
	D ₂	58	61	66	61.67		65	58	61.50
	D ₃	65	68	63	65.33	56	56	59	57.30
O ₃	D ₁	61	64	73	66.00	64	64	55	61.05
	D ₂	62	68	69	66.33	62	60	64	62.00
	D ₃	62	72	63	65.67	66	63	63	63.93

Çizelge 4.17. Baş boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	116.074	58.037	2.913ns
Ozon	2	159.185	79.593	3.994ns
Hata 1	4	79.704	19.926	
Derinlik	2	14.296	7.148	0.254ns
Ozon*derinlik	4	54.815	13.704	0.487ns
Hata	12	337.556	28.130	
Genel	26	761.630	29.293	

ns : önemsiz

Çizelge 4.18. Baş boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	8.995	4.497	0.236ns
Ozon	2	172.144	86.072	4.508ns
Hata 1	4	76.371	19.093	
Derinlik	2	91.180	45.590	2.390ns
Ozon*derinlik	4	82.001	20.500	1.075ns
Hata	12	228.912	19.076	
Genel	26	659.603	25.369	

ns : önemsiz

4.5.4. Baş eni

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama baş enleri Çizelge 4.19' da ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama baş enleri 54 ile 67 mm, ikinci yılında ise 51 ile 62 mm arasında elde edilmiştir

Varyans analizi sonuçlarına göre her iki yılda da araştırma konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.19. Ortalama baş eni (mm)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	62	53	47	54.00	57	57	58	57.37
	D ₂	55	66	57	59.33	49	54	66	56.07
	D ₃	59	59	54	57.33	56	59	51	55.08
O ₂	D ₁	49	62	67	59.33	50	49	53	50.85
	D ₂	53	65	63	60.33	53	57	49	53.15
	D ₃	68	67	59	64.67	65	49	62	58.87
O ₃	D ₁	63	71	75	69.67	58	65	59	60.77
	D ₂	65	65	63	64.33	54	52	61	55.77
	D ₃	62	71	67	66.67	60	63	65	62.47

Çizelge 4.20. Baş enine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	104.963	52.481	1.496ns
Ozon	2	451.185	225.593	6.428ns
Hata 1	4	140.370	35.093	
Derinlik	2	18.296	9.148	0.292ns
Ozon*derinlik	4	116.370	29.093	0.928ns
Hata	12	376.000	31.333	
Genel	26	1207.185	46.430	

ns : önemsiz

4.5.5. Bitki boyu

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yıla ilişkin ortalama bitki boyları Çizelge 4.22’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24’ te verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, her iki yılda da farklı lateral derinliği ve ozon uygulamalarının bitki boyu üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkisi görülmemiştir.

Çizelge 4.21. Baş enine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	30.296	15.148	1.129ns
Ozon	2	134.036	67.018	4.994ns
Hata 1	4	53.684	13.421	
Derinlik	2	67.325	33.663	1.087ns
Ozon*derinlik	4	115.563	28.891	0.933ns
Hata	12	371.612	30.968	
Genel	26	772.515	29.712	

ns : önemsiz

Çizelge 4.22. Ortalama bitki boyu (cm)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	39	48	36	40.97	40	42	31	37.87
	D ₂	45	50	45	46.80	44	39	29	37.43
	D ₃	50	41	43	44.57	40	42	38	40.20
O ₂	D ₁	38	58	54	50.07	33	35	39	35.40
	D ₂	58	55	47	53.37	37	43	34	38.65
	D ₃	46	50	54	50.23	38	39	39	38.93
O ₃	D ₁	52	40	53	48.33	43	45	36	41.23
	D ₂	54	58	50	53.77	42	32	37	37.17
	D ₃	54	46	52	50.57	48	44	44	45.50

4.5.6. Yaprak sayısı

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama yaprak sayıları Çizelge 4.25' te ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, her iki yılda da yaprak sayıları açısından gerek bloklar gerekse konular arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.23. Bitki boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	8.539	4.269	0.114ns
Ozon	2	289.852	144.926	3.879ns
Hata 1	4	149.455	37.364	
Derinlik	2	107.192	53.596	1.376 ns
Ozon*derinlik	4	10.268	2.567	0.066ns
Hata	12	467.260	38.938	
Genel	26	1032.565	39.714	

ns : önemsiz

Çizelge 4.24. Bitki boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	98.660	49.330	1.876 ns
Ozon	2	71.787	35.893	1.365ns
Hata 1	4	105.173	26.293	
Derinlik	2	84.009	42.004	3.119ns
Ozon*derinlik	4	53.471	13.368	0.993ns
Hata	12	161.587	13.466	
Genel	26	574.687	22.103	

ns : önemsiz

Çizelge 4.25. Ortalama yaprak sayısı (adet)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	5	7	5	6	6	8	7	7
	D ₂	9	6	7	7	8	6	6	7
	D ₃	7	7	6	7	6	8	8	7
O ₂	D ₁	5	7	7	6	6	6	6	6
	D ₂	9	8	7	8	7	7	6	7
	D ₃	6	7	8	7	7	7	8	7
O ₃	D ₁	7	6	6	6	7	7	7	7
	D ₂	7	8	7	7	7	6	8	7
	D ₃	8	6	7	7	9	6	8	8

Çizelge 4.26. Bitki yaprak sayısına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.519	0.259	0.368ns
Ozon	2	1.407	0.704	1.000ns
Hata 1	4	2.815	0.704	
Derinlik	2	9.407	4.704	3.848ns
Ozon*derinlik	4	0.593	0.148	0.121ns
Hata	12	14.667	1.222	
Genel	26	29.407	1.131	

ns : önemsiz

Çizelge 4.27. Bitki yaprak sayısına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.519	0.259	0.280 ns
Ozon	2	1.407	0.704	0.760ns
Hata 1	4	3.704	0.926	
Derinlik	2	3.185	1.593	1.720ns
Ozon*derinlik	4	1.037	0.259	0.280ns
Hata	12	11.111	0.926	
Genel	26	20.963	0.806	

ns : önemsiz

4.5.7. Kuru madde içeriği

Araştırma parsellerinde 2009 ve 2010 yıllarında soğanda elde edilen kuru madde içerikleri Çizelge 4.28' de verilmiştir. Parseller itibariyle kuru madde içerikleri incelendiğinde; ortalama kuru madde içeriklerinin ilk yıl %92.56 ile %96.31, ikinci yıl ise %80.90 ile %89.12 arasında değiştiği görölmektedir

Deneme konuları arasında elde edilen kuru madde içerikleri açısından farklılıkların önemli olup olmadığını araştırmak üzere varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.29, 4.30). Lateral derinliği ve ozon düzeylerinin soğanda elde edilen kuru madde içeriğine etkisi 2009 yılı için önemsiz bulunurken, 2010 yılı için sadece farklı lateral derinliklerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Bu sonuca bağlı olarak gerçekleştirilen LSD testi sonuçları Çizelge 4.31' de verilmiştir. Çizelgeye göre lateral derinlikleri açısından kuru madde içerikleri sırasıyla D_2 , D_1 , D_3 şeklinde üç grup oluşturmuştur.

4.5.8. Suda eriyebilir kuru madde içeriği

Araştırma yıllarına ait yetiştirme periyotlarında farklı derinlik ve ozon düzeylerini içeren deneme parsellerinden alınan üründe yapılan analizlerde belirlenen suda eriyebilir kuru madde miktarları Çizelge 4.32' de verilmiştir.

Deneme konuları arasında suda eriyebilir kuru madde miktarları açısından farklılıkların önemli olup olmadığını araştırmak üzere varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.33, 4.34).

Farklı lateral derinliği ve ozon düzeylerinin suda eriyebilir kuru madde içeriklerine etkisi 2010 yılı için önemsiz bulunurken, farklı lateral derinliklerinin etkisi 2009 yılı için istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca 2009 yılında derinlik*ozon interaksiyonu da $p<0.01$ düzeyinde önemli olmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak gerçekleştirilen LSD testi sonuçları Çizelge 4.35 ve 4.36' da verilmiştir. Çizelgelere göre farklı lateral derinliklerinin suda eriyebilir kuru madde içeriklerine etkisi bakımından, D_1 ve D_2 konuları ilk, D_3 konusu da son gruba girmiştir.

Çizelge 4.28. Kuru madde içeriği (%)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	98.35	95.17	94.00	95.84	81.25	83.33	80.40	81.66
	D ₂	96.53	97.91	94.50	96.31	86.96	87.50	82.35	85.60
	D ₃	95.83	94.35	96.83	95.67	81.25	82.14	80.00	81.13
O ₂	D ₁	84.33	98.14	95.22	92.56	85.71	86.67	87.88	86.75
	D ₂	95.88	94.80	97.51	96.06	92.00	88.00	87.88	87.94
	D ₃	94.78	93.21	94.56	94.18	83.33	80.95	81.48	81.92
O ₃	D ₁	97.16	91.64	98.74	95.85	87.50	82.76	85.71	85.32
	D ₂	94.91	97.90	92.53	95.11	88.46	88.89	90.00	89.12
	D ₃	95.45	93.46	90.85	93.25	79.17	82.76	80.77	80.90

Çizelge 4.29. Kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.629	0.315	0.031ns
Ozon	2	13.378	6.689	0.658ns
Hata 1	4	40.661	10.165	
Derinlik	2	10.339	5.170	0.437ns
Ozon*derinlik	4	19.459	4.865	0.411ns
Hata	12	141.872	11.823	
Genel	26	226.339	8.705	

ns : önemsiz

Çizelge 4.30. Kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	4.897	2.448	0.515ns
Ozon	2	48.973	24.487	5.153ns
Hata 1	4	19.007	4.752	
Derinlik	2	201.304	100.652	34.828**
Ozon*derinlik	4	20.202	5.050	1.748ns
Hata	12	34.680	2.890	
Genel	26	329.064	12.656	

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.31. Lateral derinliklerinin kuru madde içeriğine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama kuru madde (%)	LSD grubu
2010 yılı	D ₂	87.55	A
	D ₁	84.58	B
	D ₃	81.32	C
	LSD _{0.01}		2.448

Çizelge 4.32 Suda eriyebilir kuru made içeriği (%)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	10.4	11.2	10.5	10.7	19.1	13.4	13.0	15.2
	D ₂	11.0	13.2	14.5	12.9	15.4	14.6	16.2	15.4
	D ₃	10.5	10.5	10.5	10.5	15.0	15.8	14.2	15.0
O ₂	D ₁	9.5	11.0	10.5	10.3	14.6	16.0	13.0	14.5
	D ₂	10.5	14.2	12.5	12.4	12.8	14.8	16.8	15.8
	D ₃	11.0	11.8	9.4	10.7	16.1	15.4	15.2	15.6
O ₃	D ₁	12.6	13.5	15.0	13.7	13.0	18.6	12.8	14.8
	D ₂	11.2	9.8	12.0	11.0	15.0	13.8	16.2	15.0
	D ₃	10.0	6.5	9.5	8.7	15.1	16.0	13.6	14.9

Çizelge 4.33. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	3.392	1.696	0.513ns
Ozon	2	0.316	0.158	0.048ns
Hata 1	4	13.233	0.308	
Derinlik	2	22.259	11.129	9.809**
Ozon*derinlik	4	33.659	8.415	7.416**
Hata	12	13.616	1.135	
Genel	26	86.474	3.326	

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.34. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	3.187	1.594	0.503ns
Ozon	2	0.412	0.206	0.065ns
Hata 1	4	12.681	3.170	
Derinlik	2	0.499	0.249	0.059ns
Ozon*derinlik	4	1.530	0.383	0.091ns
Hata	12	50.431	4.203	
Genel	26	68.741	2.644	

ns : önemsiz

Çizelge 4.35. Lateral derinliklerinin suda eriyebilir kuru madde içeriğine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama suda eriyebilir kuru madde	LSD grubu
2009 yılı	D ₂	12.10	A
	D ₁	11.58	A
	D ₃	9.97	B
	LSD _{0.01}		1.584

Çizelge 4.36. Ozon * Derinlik interaksyonunun suda eriyebilir kuru madde içeriğine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Suda eriyebilir kuru madde	LSD grubu
2009 yılı	O ₃ D ₁	13.70	A
	O ₁ D ₂	12.90	B
	O ₂ D ₂	12.40	B
	O ₃ D ₂	12.00	C
	O ₂ D ₃	10.73	CD
	O ₁ D ₁	10.70	CD
	O ₁ D ₃	10.50	CD
	O ₂ D ₁	10.33	D
	O ₃ D ₃	8.67	E
	LSD _{0.01}		0.546

4.5.9. pH düzeyi

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama pH düzeyleri Çizelge 4.37' de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.38 ve Çizelge 4.39' da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, 2009 yılında ortalama pH düzeyleri 5.45 ile 5.61, 2010 yılında ise 5.62 ile 5.74 arasında elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre her iki yılda da araştırma konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir.

4.5.10. Protein miktarı

Araştırmanın yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarında farklı lateral derinlikleri ve ozon düzeylerini içeren deneme parsellerinden alınan ürünler üzerinde yapılan analizlerde belirlenen protein miktarları Çizelge 4.40' ta verilmiştir. Elde edilen protein içerikleri ilk yılda %12.18 ile %18.39, ikinci yılda ise %10.60 ile %14.09 arasında değişmiştir. Deneme konularına göre ortaya çıkan farklılığın belirlenmesi için gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41 ve 4.42' de, farklılık gösteren konuların gruplandırılmasında yararlanılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.43' te verilmiştir.

Farklı lateral derinliği ve ozon düzeylerinin protein miktarına etkisi 2010 yılı için önemsiz bulunurken, farklı lateral derinliklerinin etkisi 2009 yılı için istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bu sonuçlara bağlı olarak gerçekleştirilen LSD testi sonuçlarına göre, 2009 yılında farklı lateral derinliklerinin ürünlerdeki protein miktarına etkisi bakımından D_1 ilk grubu, D_2 ve D_3 ise ikinci grubu oluşturmuşlardır.

4.5.11. Toplam şeker miktarı

Araştırmada dikkate alınan farklı lateral derinliği ve ozon düzeyleri konularından elde edilen toplam şeker miktarları Çizelge 4.44' de ve varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.45 ve 4.46' da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, 2009 yılında toplam şeker miktarları %8.66 ile %13.17, 2010 yılında ise %8.14 ile %11.66 arasında elde edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre her iki yılda da araştırma konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.37. pH düzeyi

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	5.55	5.37	5.44	5.45	5.64	5.69	5.67	5.67
	D ₂	5.48	5.48	5.45	5.47	5.64	5.73	5.73	5.70
	D ₃	5.55	5.56	5.45	5.52	5.73	5.61	5.73	5.69
O ₂	D ₁	5.56	5.35	5.45	5.45	5.69	5.77	5.71	5.72
	D ₂	5.55	5.52	5.27	5.45	5.60	5.61	5.63	5.62
	D ₃	5.70	5.62	5.52	5.61	5.71	5.64	5.62	5.66
O ₃	D ₁	5.48	5.67	5.36	5.50	5.80	5.76	5.66	5.74
	D ₂	5.55	5.40	5.46	5.47	5.65	5.62	5.73	5.67
	D ₃	5.51	5.50	5.66	5.56	5.66	5.53	5.71	5.63

Çizelge 4.38. pH düzeyine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.042	0.021	3.525ns
Ozon	2	0.004	0.002	0.354ns
Hata 1	4	0.024	0.006	
Derinlik	2	0.057	0.028	2.839ns
Ozon*derinlik	4	0.015	0.004	0.377ns
Hata	12	0.0120	0.010	
Genel	26	0.263	0.010	

ns : önemsiz

Çizelge 4.39. pH düzeyine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.003	0.002	0.706 ns
Ozon	2	0.002	0.001	0.492ns
Hata 1	4	0.009	0.002	
Derinlik	2	0.015	0.007	1.917ns
Ozon*derinlik	4	0.023	0.006	1.472ns
Hata	12	0.047	0.004	
Genel	26	0.099	0.004	

ns : önemsiz

Çizelge 4.40. Protein miktarı (%)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	19.11	15.73	20.23	18.36	16.29	10.91	11.46	12.89
	D ₂	12.96	16.98	13.77	14.57	9.31	11.89	10.6	10.60
	D ₃	12.49	11.48	12.57	12.18	13.71	10.49	14.90	13.03
O ₂	D ₁	16.90	18.25	16.22	17.12	13.03	9.84	9.01	10.63
	D ₂	13.98	13.22	14.05	13.75	10.48	14.19	17.77	15.98
	D ₃	15.70	15.46	18.29	16.48	9.68	14.61	11.21	11.83
O ₃	D ₁	17.83	17.26	20.09	18.39	15.03	13.14	14.09	14.09
	D ₂	10.57	16.17	13.47	13.40	9.59	11.68	12.03	11.10
	D ₃	12.56	16.09	14.80	14.48	10.85	10.48	12.10	11.14

Çizelge 4.41. Protein miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	7.807	3.903	1.857ns
Ozon	2	2.503	1.266	0.603ns
Hata 1	4	8.406	2.102	
Derinlik	2	88.237	44.237	13.725**
Ozon*derinlik	4	30.580	7.645	2.378ns
Hata	12	38.573	3.214	
Genel	26	176.136	6.774	

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.42. Protein miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	2.329	1.164	0.405ns
Ozon	2	0.040	0.020	0.007ns
Hata 1	4	11.506	2.877	
Derinlik	2	1.876	0.938	0.155ns
Ozon*derinlik	4	46.078	11.520	1.908ns
Hata	12	72.457	6.038	
Genel	26	134.86	5.165	

ns : önemsiz

Çizelge 4.43. Lateral derinliklerinin protein miktarına etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama protein (%)	LSD grubu
2009 yılı	D ₁	17.96	A
	D ₃	14.38	B
	D ₂	13.91	B
	LSD _{0.01}		2.582

Çizelge 4.44. Toplam şeker miktarı (%)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	7.05	9.57	9.35	8.66	9.14	8.93	10.86	9.64
	D ₂	8.93	6.80	8.04	7.92	11.82	10.86	10.31	11.00
	D ₃	9.80	16.75	12.97	13.17	11.17	8.93	7.73	9.28
O ₂	D ₁	8.74	8.93	12.18	9.95	10.86	10.18	11.49	10.84
	D ₂	10.31	9.57	13.86	11.25	10.58	11.49	11.82	11.66
	D ₃	7.58	12.97	7.88	9.48	10.05	7.88	13.40	10.44
O ₃	D ₁	10.05	8.74	14.36	11.05	8.38	8.93	7.58	8.30
	D ₂	9.14	11.82	12.56	11.17	8.74	6.59	7.44	7.59
	D ₃	11.17	10.58	7.88	9.88	7.88	10.05	6.48	8.14

Çizelge 4.45. Toplam şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	16.489	8.244	5.894ns
Ozon	2	2.796	1.398	0.999ns
Hata 1	4	5.595	1.399	
Derinlik	2	4.492	2.246	0.361ns
Ozon*derinlik	4	52.120	13.030	2.097ns
Hata	12	74.581	6.215	
Genel	26	156.074	6.003	

ns : önemsiz

Çizelge 4.46. Toplam şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	1.327	0.663	0.196 ns
Ozon	2	38.372	19.186	5.681ns
Hata 1	4	13.508	3.377	
Derinlik	2	2.059	1.029	0.573ns
Ozon*derinlik	4	4.783	1.196	0.666ns
Hata	12	21.562	1.797	
Genel	26	81.610	3.139	

ns : önemsiz

4.5.12. İnvvert şeker miktarı

Araştırmanın yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarında deneme parsellerinden alınan örneklerden elde edilen invert şeker miktarları çizelge 4.47' de, varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.48, 4.49 ve 4.50' de verilmiştir. Değınilen çizelgelerden izlenebileceğı gibi, denemenin her iki yılında farklı lateral derinliğı konuları arasında $P < 0.05$ önemlilik düzeyinde fark bulunurken, farklı ozon düzeylerinin invert şeker etkisi bakımından istatistiksel açıdan önemli bir farka rastlanmamıştır. LSD testi sonuçlarına göre, 2009 yılında farklı lateral derinliklerinin üründeki invert şeker miktarına etkisi bakımından D_3 ilk, D_1 geçiş ve D_2 ise son grubu, 2010 yılında ise D_2 ilk grubu, D_1 ve D_3 ise ikinci grubu oluşturmuşlardır.

Genel olarak, verim ve verim öğelerine ilişkin elde edilen bulgular derlendiğinde deneme konularının verim üzerine etkisi çok açık biçimde ortaya çıkmakta, verim öğelerinin ise deneme konularından önemli düzeyde etkilenmediğı görülmektedir.

Bu sonuca göre, bilinçli sulama ve ozon uygulamaları ile kalite faktörlerini bozmaksızın verimin artırılabilceğı söylenebilir.

Çizelge 4.47. İnvert şeker miktarı (%)

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
O ₁	D ₁	2.96	2.42	2.54	2.64	2.16	2.36	2.36	2.29
	D ₂	2.22	1.75	1.56	1.84	4.90	1.90	2.01	2.94
	D ₃	2.51	1.97	3.87	2.78	2.09	1.68	1.73	1.83
O ₂	D ₁	2.05	2.58	2.01	2.21	1.99	2.07	2.64	2.23
	D ₂	2.01	1.52	2.05	1.86	2.98	2.51	2.64	2.58
	D ₃	2.21	3.59	2.45	2.75	2.26	1.76	2.72	2.25
O ₃	D ₁	2.64	1.18	4.90	2.91	2.83	2.09	2.36	2.43
	D ₂	1.90	1.26	1.39	1.52	9.14	2.21	6.09	5.81
	D ₃	3.09	3.41	2.42	2.97	2.58	2.58	2.79	2.65

Çizelge 4.48. İnvert şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.686	0.343	0.790ns
Ozon	2	0.181	0.090	0.208ns
Hata 1	4	1.737	0.434	
Derinlik	2	5.937	2.969	3.908*
Ozon*derinlik	4	0.865	0.216	0.285ns
Hata	12	9.114	0.760	
Genel	26	18.521	0.712	

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.49. İnvert şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	7.703	3.851	3.206 ns
Ozon	2	9.450	4.725	3.934ns
Hata 1	4	4.805	1.201	
Derinlik	2	14.244	7.122	4.577*
Ozon*derinlik	4	9.567	2.392	1.537ns
Hata	12	18.675	1.556	
Genel	26	64.443	2.479	

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

4.6. Bakteri analizine ilişkin sonuçlar

Denemenin başlangıcında 2009 ve 2010 yıllarında bakteri analizi için deneme alanını en iyi temsil edebilecek parsellerden üçü seçilerek örneklemeler yapılmıştır. Yetiştiricilik dönemi sonunda ise ilk yıl sadece ozon uygulaması yapılan O₂ ve O₃ parsellerinden toprak örneği alınmıştır. İlk yıl konular arasında farklılık net olarak izlenememesine rağmen genel olarak deneme sonunda toplam bakteri miktarı azalma eğilimi göstermiştir. Dolayısıyla, uygulanacak ozon dozlarındaki artışa bağlı olarak bakteri koloni sayısındaki değişim daha net izlenebilir. Ancak, faydalı ve zararlı mikroorganizmaların teşhisi mutlaka yapılmalıdır. Toprak sterilizasyonuna ilişkin çok sayıda literatürde (Westerdahl 1998, Jones 1999, Ajwa ve ark. 2002, Orta de Velasquez ve ark. 2008) buna benzer sonuçlar elde edilmiştir İkinci yıl gerçekleştirilen analiz sonuçları istikrarlı olmadığı için açıklanmamıştır.

Çizelge 4.50. Lateral derinliklerinin invert şeker miktarına etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama invert şeker	LSD grubu
2009 yılı	D ₃	2.84	A
	D ₁	2.59	AB
	D ₂	1.74	B
	LSD _{0.05}		0.895
2010 yılı	D ₂	3.78	A
	D ₁	2.32	B
	D ₃	2.24	B
	LSD _{0.05}		1.281

Çizelge 4.51. Bakteri koloni sayımı dönem başı sonuçları

Yıllar	Derinlik (cm)	Bloklar			
		I	II	III	Ort.
2009	0 - 20	933333	766667	633333	777778
	20 - 40	866667	860000	766667	831111
2010	0 - 20	903333	1086667	900000	963333
	20 - 40	686667	666667	600000	651111

Çizelge 4.52. Bakteri koloni sayımı dönem sonu sonuçları

Deneme konuları		0 -20 cm			20 -40 cm		
		I	II	Ort.	I	II	Ort.
O ₂	D ₁	300000	133333	216667	700000	800000	750000
	D ₂	700000	299667	499834	400000	450000	425000
	D ₃	1100000	433333	766667	600000	1500000	1050000
O ₃	D ₁	666667	600000	633334	333333	450000	391667
	D ₂	300000	633333	466667	633333	600000	616667
	D ₃	450000	666667	558334	700000	300000	500000

4.7. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanına ilişkin sonuçlar

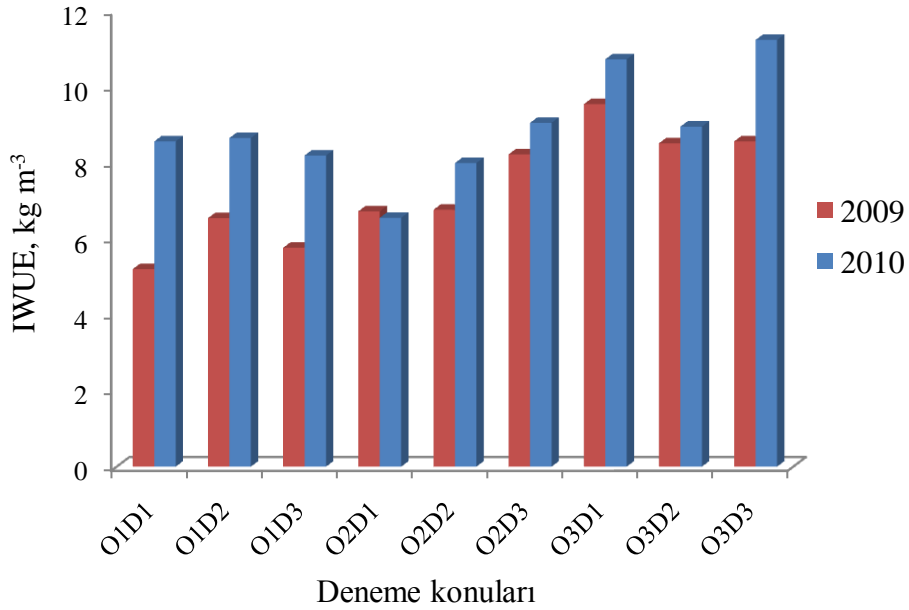
Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen birim alan verimlerinin, eşitlik 3.5 ve 3.6' da yerine konulması ile hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı sonuçları Çizelge 4.53' te verilmiştir. Ayrıca 2009 ve 2010 yıllarında randıman değerleri arasındaki değişimin açıkça izlenebilmesi için, her bir deneme konusuna ait su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4' de grafiklendirilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, ilk ve ikinci yılda en yüksek sulama suyu kullanım randımanları sırasıyla 9.54 kg m⁻³ ve 11.23 kg m⁻³ olarak sulama süresinin tamamı kadar ozon uygulaması yapılan O₃ konusundan, en düşük su kullanım randımanları ise ilk ve ikinci yılda sırasıyla 5.20 kg m⁻³ ile O₁ (ozon uygulaması yapılmayan) konusundan, 6.55 kg m⁻³ olarak sulama süresinin yarısı kadar ozon uygulanan O₂ konusundan elde edilmiştir. Benzer değerlendirme su kullanım randımanı için yapıldığında, en yüksek değer 6.14 kg m⁻³ ve 6.11 kg m⁻³ olarak O₃ konusunda, en düşük su kullanım randımanları ise ilk yıl 3.35 kg m⁻³ olarak O₁ ve ikinci yıl 3.28 kg m⁻³ olarak O₂ konusunda görülmüştür. Soğan bitkisinde Kumar ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir araştırmada, WUE değerleri 9.2 kg da mm ile 10.1 kg da mm arasında değişirken, IWUE değerleri 7.0 kg da mm ile 9.0 kg da mm olarak değişmiştir.

IWUE değerleri, denemenin ilk yılında ikinci yılına göre daha düşük, WUE değerleri ise genel olarak daha yüksek olmuştur. Araştırmanın ikinci yılında uygulanan sulama suyu miktarı azaldığı için IWUE değerleri daha yüksek bulunmuştur. WUE değerleri ise 2010 yılında verim ve bitki su tüketimi değerlerindeki azalmaya paralel olarak düşüş göstermiştir.

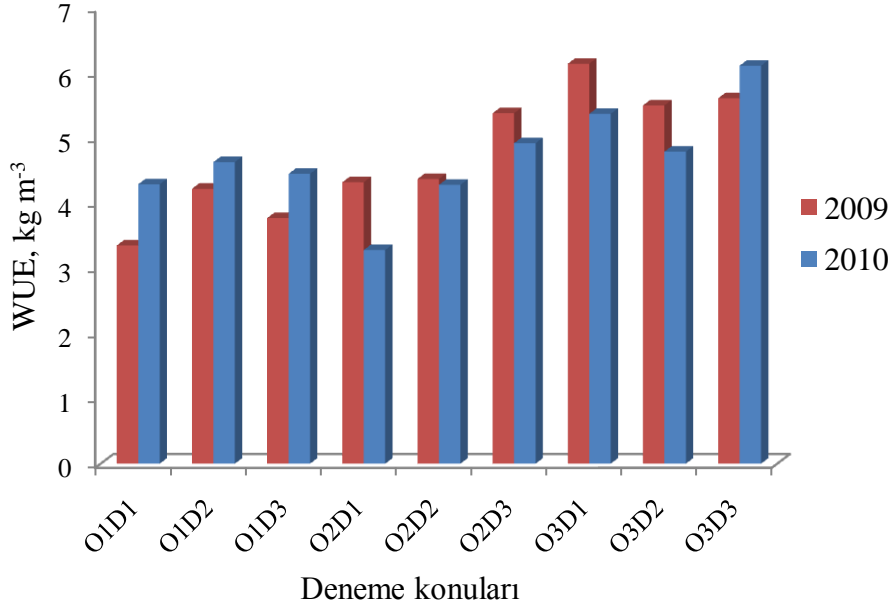
Ayrıca, IWUE ve WUE değerlerinin lateral derinliğinin artmasına paralel olarak artış gösterdiği grafiklerden açıkça izlenebilir. Bu durumun, iki dönem arasındaki verim ve iklim farklılığından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.53. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE)

Deneme konuları		2009 yılı		2010 yılı	
		IWUE	WUE	IWUE	WUE
O ₁	D ₁	5.20	3.35	8.56	4.29
	D ₂	6.54	4.22	8.65	4.63
	D ₃	5.76	3.77	8.19	4.45
O ₂	D ₁	6.72	4.32	6.55	3.28
	D ₂	6.76	4.37	7.99	4.28
	D ₃	8.22	5.38	9.05	4.92
O ₃	D ₁	9.54	6.14	10.72	5.37
	D ₂	8.51	5.50	8.95	4.79
	D ₃	8.56	5.61	11.23	6.11



Şekil 4.3. Farklı lateral derinlikleri ve ozon düzeylerinde elde edilen sulama suyu kullanım randımanı



Şekil 4.4. Farklı lateral derinlikleri ve ozon düzeylerinde elde edilen su kullanım randımanı

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Damla sulama yöntemi ile farklı lateral derinlikleri ve ozon miktarları altında yetiştirilen soğanın sulama zamanı planlaması, damla sulama yöntemi ile birlikte ozon gazı uygulama tekniğinin belirlenmesi, uygun ozon dozunun eldesi ve üretime olan etkilerinin açıklanması amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır.

Araştırmadan elde edilen verilere göre, Tekirdağ koşullarında soğan bitkisinin yetiştirme dönemi içinde damla sulama yöntemi ile uygulanan sulama suyu miktarları 2009 yılında 374.1 mm, 2010 yılında 276 mm, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla, 571.36-581.25 mm ve 507.61-551.04 mm arasında ölçülmüştür.

Damla sulama sisteminde sulama suyu randımanı ve su kullanım randımanı konularına ve yıllara göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak sulama suyu ile birlikte uygulanan ozon miktarları arttıkça her iki yılda da sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanlarında artış görülmüştür. En yüksek sulama suyu kullanım randımanları sırasıyla 9.54 kg m⁻³ ve 11.23 kg m⁻³ olarak toplam sulama süresi boyunca ozon uygulanan O₃ konusundan elde edilmiştir.

Araştırma yıllarına ilişkin ortalama pazarlanabilir verim değerleri ile sulama suyu ve ozon miktarları arasındaki ilişkiler elde edilmiştir. Ayrıca konulardan derlenen ortalama verimler varyans analizleri ile karşılaştırılmışlardır. İlk yılda farklı lateral derinliklerinin verim üzerine etkisi önemsiz bulunurken, ozonun etkisi P<0.05 düzeyinde önemlilik göstermiştir. Buna göre, birim baş ağırlığı ortalamaları ile gerçekleştirilen LSD sonuçlarına göre sulama süresinin tamamı kadar ozon uygulaması yapılan O₃ konusu 110.70 g ile en üst grupta yer almıştır. En yüksek pazarlanabilir verim ise benzer biçimde 33.19 t ha⁻¹ olarak O₃ konusunda elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında, ortalama baş ağırlığı ve pazarlanabilir verim açısından O₃ konusu 113.70 g ve 28.43 t ha⁻¹ ile ilk grubu oluşturmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın tamamının uygulanması halinde, sulama süresi boyunca ozon uygulaması yapılan O₃ konusu yüksek verim eldesi bakımından önerilebilir.

Farklı lateral derinliği ve ozon miktarlarının baş boyu, baş eni, bitki boyu, yaprak sayısı, pH düzeyi ve toplam şeker gibi parametrelere etkisi her iki yılda da istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, sadece farklı lateral derinliklerinin kuru madde, suda eriyebilir kuru madde, protein miktarı ve invert şeker gibi parametrelere etkisi farklı düzeylerde önemlilik

göstermiştir. Bu durum, ozon uygulamasının kalite parametrelerine etkilerinin sınırlı kaldığı ve verime katkı sağladığı şeklinde açıklanabilir.

Araştırma dönemi başlangıcında ve bitiminde gerçekleştirilen toprak bakteri sayımı sonuçlarında önemli bir farklılık izlenmezken, bir miktar azalma ortaya çıkmıştır. Ancak, bu konuda yapılacak araştırmaların kapsamı genişletilerek farklı dozda ozon uygulamaları ile topraktaki mikroorganizma değişimleri belirlenmeli, hatta faydalı ve zararlı mikroorganizma teşhisleri gerçekleştirilmelidir.

Tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; mevcut deneme konuları dışında farklı dozda ozon uygulamalarının sayısı artırılarak tüm parametrelerin yeniden incelenmesi ve ozonun damla sulama ile birlikte kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışma sayısının artırılması gerektiği söylenebilir. Bu şekilde, tarımsal üretimin ve suyun etkinliğini sağlayarak birim alan üretimini arttırmak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ajwa HA, Trout T, Mueller J, Wilhelm S, Nelson SD, Soppe R, Shatley D (2002). Application of alternative fumigants through drip irrigation systems. *The American Phytopathological Society* 92(12): 1349-1355.
- Anonim (1989). Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metotları. T.C. Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim (2006). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim (2008). 2007 Yılı Tarım Raporu. T.C. Tekirdağ Valiliği Tarım İl Müdürlüğü, Tekirdağ.
- Arın L (1993). Bazı Önemli Yerli Baş Soğan Çeşitlerinin Tekirdağ Şartlarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. (Doktora Tezi), T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1196, Ankara.
- Baba S, Satoh S, Yamabe C (2002). Development of measurement equipment of half life of ozone. *Vacuum*, 65(3-4): 489-495.
- Benami A, Diskin MH (1965). Design of Sprinkling Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1-165, Haifa, Israel.
- Bhattarai S P, Pendergast L, Midmore D J, (2006). Root aeration improves yield and water use efficiency of tomato in heavy clay and saline soils. *Scientia Horticulturae* 108: 278-288.
- Bhattarai S P, Midmore D J, Pendergast L, (2008). Yield, water-use efficiencies and root distribution of soybean, chickpea and pumpkin under different subsurface drip irrigation depths and oxygation treatments in vertisols. *Irrig Sci.* 26: 439-450.
- Blake GR (1965). Bulk density methods of soil analysis. Part I. *Am. Soc. Agron.* 9: 374-390. Soil Science Society of America, Madison.
- Charlesworth P B, Muirhead W A, (2003). Crop establishment using subsurface drip irrigation: a comparison of point and area sources. *Irrig Sci.* 22: 171-176.
- Cieslik S (2009). Ozone fluxes over various plant ecosystems in Italy: A review, *Environmental Pollution* 157 (5): 1487-1496.

- Ciccarese F, Sasanelli N, Ciccarese A, Ziadi T, Ambrico A, Papajova I, (2007). Control of *Pyrenochaeta Lycopersici* on tomato by ozone disinfection. IOA Conference and Exhibition Valencia, Spain - October 29-31, 2007.
- Coyle M, Nemitz E, Storeton-West R, Fowler D, Cape JN (2008). Measurements of ozone deposition to a potato canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*.
- Delibaş L (1994). Sulama. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No.213, Ders Kitabı No. 24, Tekirdağ.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977). *Crop Water Requirements*. Rome: FAO, 179 p. Irrigation and Drainage Paper, 24.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistiksel Metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1021, Ankara.
- Enciso J, Jifon J, Wiedenfeld B, (2007). Subsurface drip irrigation of onions: Effects of drip tape emitter spacing on yield and quality. *Agric. Wat. Manage.* 92(3): 126-130.
- Enciso J, Wiedenfeld B, Jifon J, Nelson S (2009). Onion yield and quality response to two irrigation scheduling strategies. *Agric. Wat. Manage.* 120: 301-305.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- Halvorson AD, Bartolo ME, Reule CA, Berrada A (2008). Nitrogen effects on onion yield under drip and furrow irrigation. *Agronomy Journal* 100(4): 1062-1069.
- Hanson B, May D, (2007). The effect of drip line placement on yield and quality of drip-irrigated processing tomatoes. *Irrig. Drainage Syst.* 21:109-118.
- Hsieh SPY, Ninq SS, Tzeng DDS (1998). Control of turf grass seedborne pathogenic fungi by ozone. *Plant Pathology Bulletin* 7(2): 105-112.
- Jones M (1999). Ozone Gas as a Soil Fumigant. Research Program, TR-113751 Final Report, October 1999.
- Kacar B (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 453, Uygulama Kılavuzu 155, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Karabulut A, Canbolat Ö (2005). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 520s, Bursa.
- Kanber R (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s, Adana.

- Kanber R, Steduto P, Aydın Y, Ünlü M, Özmen S, Çetinkökü Ö, Özekici B, Diker K, Sezen MS (2004). Damla sulama sistemiyle Fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi. Tübitak, TARP 1825.
- Klement Z, Rudolph K, Sands DC (1990). *Methods in Phytobacteriology*. Akademiai Kiado, 100s, Budapest.
- Kumar S, Imtiyaz M, Kumar A, Singh R (2007). Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water. *Agric. Wat. Manage.* 89(1-2): 161-166.
- Liu F, Wang X, Zhu Y (2009) Assessing current and future ozone-induced yield reductions for rice and winter wheat in Chongqing and the Yangtze River Delta of China. *Environmental Pollution* 157: 707-709.
- Lopez-Urrea R, Olalla FMS, Montoro A, Lopez-Fuster P (2009). Single and dual crop coefficients and water requirements for onion (*Allium cepa* L.) under semiarid conditions. *Agricultural Water Management* 96: 1031-1036.
- Najafi MBH, Khodaparast MHH (2009). Efficiency of ozone to reduce microbial populations in date fruits. *Food Control* 20: 27-30.
- Nederhoff E (2001). Ozonation in soilless cultures. Part II: Dose and contact time. Pathogen controls in soilless cultures, www.crophouse.co.nz.
- Orta de Velasquez T, Rojas-Valencia N, Alberto A (2008). Wastewater disinfection using ozone to remove free-living, highly pathogenic bacteria and Amoebae. *Ozone: Science-Engineering*, 30(5): 367-375.
- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin* 19(1): 28-45.
- Patel N, Rajput TBS, (2008). Dynamics and modeling of soil water under subsurface drip irrigated onion. *Agric. Wat. Manage.* 95: 335-339.
- Patel N, Rajput TBS (2009). Effect of subsurface drip irrigation on onion yield. *Irrig. Sci.* 27: 97-108.
- Pryor A (2001). Field Trials for the Combined Use of Ozone Gas and Beneficial Microorganisms as a Preplant Soil Treatment for Tomatoes and Strawberries. Pest Management Grants Final Report, California Department Of Pesticide Regulation, Contract No. 99.0220.
- Raub L, Amrhein C, Mark M (2001). The effects of ozonated irrigation water on soil physical and chemical properties. *Ozone: Science & Engineering*, 23 (1): 65-76.

- Romero P, Garcia J, Botia P, (2006). Cost-benefit analysis of a regulated deficit-irrigated almond orchard under subsurface drip irrigation conditions in Southeastern Spain. *Irrig Sci.* 24: 175-184.
- Schwankl JL (1995). Irrigation Systems. California Pistachio Industry, Annual Report, 26-36.
- Sudhakar N, Nagendra-Prasad D, Mohan N, Murugesan K (2007). *Journal of Virological Methods* 139 (1): 71-77.
- Sönmez N, Ayyıldız M (1964). Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 229, Ankara.
- Şener M (1999). Soğanın (*Allium cepa* L.) Sulama Zamanı Planlaması. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ.
- Then CH, Herbinger K, Luis VC, Heerd C, Matyssek R, Wieser G (2009). Photosynthesis, chloroplast pigments, and antioxidants in *Pinus canariensis* under free-air ozone fumigation. *Environmental Pollution* 157: 392-395.
- Vijayanandraj VR, Nagendra PD, Mohan N, Gunasekaran M (2006). Effect of ozone on *Aspergillus niger* causing black rot disease in onion. *Ozone: Science & Engineering*, (28): 347-350.
- Walker WR, Skogerboe GV (1987). *Surface Irrigation. Theory and Practice*. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Westerdahl B (1998). Field trials for the combined use of ozone gas and beneficial microorganisms as a preplant soil treatment for tomatoes and strawberries. Pest Management Grants Final Report, California Department of Pesticide Regulation, Contract No. 99.0220.
- Yıldırım O (1996). Sulama Sistemleri II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları No. 1449, Ders Kitapları Yayın No. 429, 289s, Ankara.
- Yıldırım O, Madanoğlu K (1985). A-sınıfı Buharlaştırma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No.433, Ankara.
- Yiasoumi W (2005). Water Disinfecting Techniques for Plant Pathogen Control. *International Plant Propagators Society Combined Proceedings* 55: 138-141
- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56, Ankara.
- Zhang Y, Kendy E, Qiang Y, Changming L, Yanjun S, Hongyong S (2004). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the north China plain. *Agric Water Manage* 64: 107-122.

<http://faostat.fao.org/faostat>

<http://www.ozonjenaretaru.com>

<http://www.ozonoks.com>

<http://www.yagmurteknik.com>

EKLER

Ek Çizelge 1. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2009)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
O₁D₁	10.Nis	259.04				
O₂D₁	14.Nis	258.29	3.6	15	19.35	4.84
O₃D₁	22.Nis	226.54	-	15.2	46.95	5.87
	27.Nis	220	3.6	22.1	32.24	6.45
	01.May	210.71	7.4	-	16.69	5.56
	06.May	189.34	3.8	-	25.17	5.03
	13.May	170.23	-	18.3	37.41	5.34
	19.May	157.68	-	28.7	41.25	6.88
	28.May	148.23	2.4	32.6	44.45	4.94
	03.Haz	144.52	-	27.6	31.31	5.22
	10.Haz	134.61	9.6	25.2	44.71	6.39
	18.Haz	118.96	1.1	37.8	54.55	6.82
	24.Haz	111.87	-	35.6	42.69	7.12
	01.Tem	109.24	-	41.3	43.93	6.28
	08.Tem	107.34	1.8	37.7	41.4	5.91
	17.Tem	100.1	-	37	44.24	4.92
	24.Tem	85.19	-	-	14.91	2.13
Toplam		173.85	33.3	374.1	581.25	

Ek Çizelge 1. (Devam) Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2009)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
O₁D₂ O₂D₂ O₃D₂	10.Nis	259.04				
			3.6	15	22.73	5.68
	14.Nis	254.91				
			-	15.2	48.52	6.07
	22.Nis	221.59				
			3.6	22.1	31.87	6.37
	27.Nis	215.42				
			7.4	-	17.5	5.83
	01.May	205.32				
			3.8	-	30.83	6.17
	06.May	178.29				
			-	18.3	43.88	6.27
	13.May	152.71				
			-	28.7	40.58	6.76
	19.May	140.83				
			2.4	32.6	58.31	6.48
	28.May	117.52				
		-	27.6	34.54	5.76	
03.Haz	110.58					
		9.6	25.2	35.95	5.14	
10.Haz	109.43					
		1.1	37.8	39.65	4.96	
18.Haz	108.68					
		-	35.6	39.71	6.62	
24.Haz	104.57					
		-	41.3	44.87	6.41	
01.Tem	101					
		1.8	37.7	41.51	5.93	
08.Tem	98.99					
		-	37	39.87	4.43	
17.Tem	96.12					
		-	-	8.94	1.28	
24.Tem	87.18					
Toplam		171.86	33.3	374.1	579.26	

Ek Çizelge 1. (Devam) Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2009)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
O₁D₃ O₂D₃ O₃D₃	10.Nis	259.04				
			3.6	15	26.19	6.55
	14.Nis	251.45				
			-	15.2	52.33	6.54
	22.Nis	214.32				
			3.6	22.1	32.11	6.42
	27.Nis	207.91				
			7.4	-	22.07	7.36
	01.May	193.24				
			3.8	-	27.83	5.57
	06.May	169.21				
			-	18.3	37.27	5.32
	13.May	150.24				
			-	28.7	37.65	6.28
	19.May	141.29				
			2.4	32.6	55.77	6.20
	28.May	120.52				
		-	27.6	31.21	5.20	
03.Haz	116.91					
		9.6	25.2	51.71	7.39	
10.Haz	100					
		1.1	37.8	39.92	4.99	
18.Haz	98.98					
		-	35.6	38.24	6.37	
24.Haz	96.34					
		-	41.3	36.82	5.26	
01.Tem	100.82					
		1.8	37.7	33.45	4.78	
08.Tem	106.87					
		-	37	35.41	3.93	
17.Tem	108.46					
		-	-	13.38	1.91	
24.Tem	95.08					
Toplam		163.96	33.3	374.1	571.36	

Ek Çizelge 1. (Devam) Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2009)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
Susuz	14.Nis	258.12				
			3.6	15	36.36	4.55
	22.Nis	240.36				
			-	-	14.66	2.93
	27.Nis	225.7				
			3.6	-	9.94	3.31
	01.May	219.36				
			7.4	-	31.1	6.22
	06.May	195.66				
			3.8	-	20.51	2.93
	13.May	178.95				
			-	-	13.47	2.25
	19.May	165.48				
			-	-	13.24	1.47
	28.May	152.24				
			2.4	-	13.32	2.22
	03.Haz	141.32				
		-	-	6.51	0.93	
10.Haz	134.81					
		9.6	-	22.31	2.79	
18.Haz	122.1					
		1.1	-	10.71	1.79	
24.Haz	112.49					
		-	-	12.81	1.83	
01.Tem	99.68					
		-	-	9.33	1.33	
08.Tem	90.35					
		1.8	-	12.9	1.43	
17.Tem	79.25					
		-	-	5.62	0.80	
	24.Tem	73.63				
Toplam		184.49	33.3	15	232.79	

Ek Çizelge 2. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2010)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)	
O₁D₁ O₂D₁ O₃D₁	10.Nis	279.41	14	15	12.04	4.01	
	13.Nis	296.37	-	30	44.72	4.47	
	23.Nis	281.65	-	26	46.37	4.64	
	03.May	261.28	-	41	41.27	5.90	
	10.May	261.01	7	32	60.72	6.07	
	20.May	239.29	3	38	52.71	7.53	
	27.May	227.58	-	52	55.00	6.88	
	04.Haz	224.58	14.5	-	50.57	6.32	
	12.Haz	188.51	-	42	58.15	6.46	
	21.Haz	172.36	11.6	-	40.14	5.73	
	28.Haz	143.82	35	-	36.91	5.27	
	05.Tem	141.91	5.6	-	29.84	4.26	
	12.Tem	117.67	12	-	22.60	2.83	
	20.Tem	107.07					
	Toplam		172.34	102.7	276	551.04	

Ek Çizelge 2. (Devam) Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2010)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
O₁D₂	10.Nis	279.41	14	15	14.74	4.91
O₂D₂	13.Nis	293.67	-	30	48.25	4.83
O₃D₂	23.Nis	275.42	-	26	40.05	4.01
	03.May	261.37	-	41	39.53	5.65
	10.May	262.84	7	32	58.16	5.82
	20.May	243.68	3	38	53.40	7.63
	27.May	231.28	-	52	62.91	7.86
	04.Haz	220.37	14.5	-	43.33	5.42
	12.Haz	191.54	-	42	37.76	4.20
	21.Haz	195.78	11.6	-	30.39	4.34
	28.Haz	176.99	35	-	32.34	4.62
	05.Tem	179.65	5.6	-	30.56	4.37
	12.Tem	154.69	12	-	24.43	3.05
	20.Tem	142.26				
Toplam		137.15	102.7	276	515.85	

Ek Çizelge 2. (Devam) Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2010)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
O₁D₃	10.Nis	279.41				
O₂D₃	13.Nis	294.39	14	15	14.02	4.67
O₃D₃	23.Nis	271.64	-	30	52.75	5.28
	03.May	238.81	-	26	58.83	5.88
	10.May	237.69	-	41	42.12	6.02
	20.May	215.63	7	32	61.06	6.11
	27.May	216.02	3	38	40.61	5.80
	04.Haz	215.82	-	52	52.20	6.53
	12.Haz	196.36	14.5	-	33.96	4.25
	21.Haz	195.93	-	42	42.43	4.71
	28.Haz	179.54	11.6	-	27.99	4.00
	05.Tem	181.25	35	-	33.29	4.76
	12.Tem	159.38	5.6	-	27.47	3.92
	20.Tem	150.50	12	-	20.88	2.61
Toplam		128.91	102.7	276	507.61	

Ek Çizelge 2. (Devam) Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2010)

Deneme Konusu	Tarih	Toprak Nemi (mm 60 cm ⁻¹)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
Susuz	10.Nis	279.41				
			14	15	9.78	3.26
	13.Nis	298.63				
			-	-	33.25	3.33
	23.Nis	265.38				
			-	-	34.14	3.41
	03.May	231.24				
			-	-	22.22	3.17
	10.May	209.02				
			7	-	34.50	3.45
	20.May	181.52				
			3	-	21.53	3.08
	27.May	162.99				
			-	-	25.58	3.20
	04.Haz	137.41				
		14.5	-	27.59	3.45	
12.Haz	124.32					
		-	-	27.56	3.06	
21.Haz	96.76					
		11.6	-	14.99	2.14	
28.Haz	93.37					
		35	-	18.28	2.61	
05.Tem	110.09					
		5.6	-	16.35	2.34	
12.Tem	99.34					
		12	-	14.17	1.77	
Toplam		182.24	102.7	15	299.94	

ÖZGEÇMİŞ

İstanbul - Çatalca ilçesinde, 1986 yılında doğdu. Lise eğitimini Bakırköy Lisesi' nde tamamladı. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesinde, 2004 yılında, Lisans eğitimine başladı, 2008 yılında mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.