

**TOPRAKALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİNDE
LATERAL DERİNLİĞİ ve SULAMA
DÜZEYLERİNİN SOĞANDA
GELİŞME, VERİM ve KALİTE ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Ali KAYHAN

**Yüksek Lisans Tezi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Tolga ERDEM
2011**

**T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPRAKALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİNDE LATERAL DERİNLİĞİ ve
SULAMA DÜZEYLERİNİN SOĞANDA GELİŞME, VERİM VE KALİTE
ÜZERİNE ETKİLERİ**

ALİ KAYHAN

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Tolga ERDEM

TEKİRDAĞ

2011

Her hakkı saklıdır

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

Juri Başkanı : Prof. Dr. Süleyman KODAL

İmza :

Üye : Prof. Dr. A. Halim ORTA

İmza :

Üye : Doç. Dr. Tolga ERDEM (Danışman)

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAKALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİNDE LATERAL DERİNLİĞİ ve SULAMA DÜZEYLERİNİN SOĞANDA GELİŞME, VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Ali KAYHAN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tolga ERDEM

Toprakaltı damla sulama yöntemi altında farklı lateral derinlikleri ve sulama suyu uygulamalarının soğan bitkisine olan etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2009 ve 2010 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada 0, 10 ve 20 cm olmak üzere üç farklı lateral derinliği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75, 100 ve 125' inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonucunda, deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2009 yılında 337.14 ile 715.39 mm, 2010 yılında ise 388.79 ile 579.26 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. En yüksek soğan verimleri, her iki yılda da 25.99 ve 32.31 t/ha ile laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 125' inin uygulandığı deneme konusundan elde edilmiştir. Deneme konularından elde edilen su kullanım randımanı değerleri ise denemenin birinci yılında 2.61 ile 4.49 kg/m³, ikinci yılında 4.29 ile 6.86 kg/m³ arasında değişmiştir. Su kullanım randımanları değerlendirildiğinde, laterallerin 20 cm' ye yerleştirildiği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50' sinin uygulandığı deneme konusunun ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sulama yöntemi, bitki su tüketimi, su kullanım randımanı (WUE)

2011, 76 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

The EFFECT of DRIP TAPE PLACEMENT DEPTH and IRRIGATION REGIMES under SUBSURFACE DRIP IRRIGATION METHOD on ONION GROWTH, YIELD and QUALITY

Ali KAYHAN

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Science

Main Science Division of Agricultural Structure and Irrigation

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tolga ERDEM

This research was conducted during the growing seasons of 2009 and 2010 in Tekirdağ conditions to determine of the different lateral depth and irrigation water applied with subsurface drip irrigation method on onion. Three different lateral depths as 0, 10 and 20 cm and four different irrigation water amounts applied based on a ratio of Class A pan evaporation as 50, 75, 100 and 125 % were created in the research.

As a result of this study, the seasonal evapotranspiration in the treatments varied from 337.14 and 715.39 mm in 2009 and from 388.79 and 579.26 mm in 2010 depend on irrigation water applied. The highest onion yield was obtained in the treatment which lateral was buried in 20 cm depth and the amount of irrigation water was applied based on 125 % of Class A pan evaporation. The water use efficiency (WUE) ranged from 2.61 to 4.49 kg m⁻³ in 2009 and 4.29 to 6.86 kg m⁻³ in 2010. The evaluation of WUE, the treatment which lateral was buried in 20 cm depth and irrigation was applied based on 50 % of Class A pan evaporation can be recommended.

Key words: Irrigation method, evapotranspiration, water use efficiency (WUE)

2011, 76 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Dünya nüfusunun hızlı artışı ile birlikte toprak ve su kaynaklarının gün geçtikçe azalması, beslenme sorunun çözümünde tarımda yeni arayışların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yeni arayışlar içerisinde sulama uygulamaları, en önemli stratejilerden birisidir. Öyle ki, az uygulanması tarımsal verim açısından, fazla uygulanması ise toprak ve su kaynaklarının korunumu açısından önemlidir. Bu nedenle, sulama uygulamaları üzerine yürütülen araştırmalar çok önemlidir.

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi koşullarında yoğun olarak tarımı yapılan soğan bitkisinde damla sulama yönteminin farklı bir uygulama şekli olan toprakaltı damla sulama yönteminin kullanılabilirlik olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren, çok kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Tolga ERDEM' e, ilgi ve alakasını asla esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Yeşim ERDEM' e, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Bölümünde görev yapan saygıdeğer bölüm hocalarıma, arazi ve laboratuvar çalışmalarında sonsuz yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Hakan OKURSOY, Araş. Gör. Hüseyin T. GÜLTAŞ, Araş. Gör. Erhan GÖÇMEN, Araş. Gör. Erhan GEZER, Zir. Yük. Müh. İlker BALABAN, Zir. Müh. Levent TUNA, Zir. Müh. Abdülhakim BOSTANCI, Zir. Müh. Kurban KOÇ, Zir. Müh. Sencer VARDAR, Zir. Müh. Duygu YURTSEVEN, Zir. Müh. Mehmet Zafer AYDEMİR ve ismini burada saymadığım fakat yardımlarını gördüğüm bölümümüz stajyer öğrencilerine, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, denememizi arazisinde yürütmemize izin veren ve kendisinden birçok bilgi edindiğimiz bölgemizin önde gelen çiftçilerinden Sayın Talat KARAEVLİ ve Mehmet KARAEVLİ' ye, bu günlere gelebilmemde maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babam Kemal KAYHAN, annem Dursune KAYHAN ve biricik kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ali KAYHAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Toprakaltı Damla Sulama Uygulamaları.....	4
2.2. Soğan Bitkisinin Su Kullanımı.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Araştırma alanının konumu.....	13
3.1.2. İklim özellikleri	13
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya	14
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. Kullanılan soğan arpacığının özellikleri.....	18
3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	18
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları	20
3.2.2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	22
3.2.3. Toprağın su alma hızı ölçümleri.....	22
3.2.4. Buharlaşma miktarının ölçülmesi.....	25
3.2.5. Tarım tekniği.....	25
3.2.6. Sulama suyu uygulamaları.....	26
3.2.7. Toprakaltı damla sulama sisteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi.....	27
3.2.8. Bitki su tüketiminin saptanması.....	28
3.2.9. Topraktaki nem içeriğinin belirlenmesi.....	29

3.2.10. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı	29
3.2.11. Soğan gelişim, verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi.....	30
3.2.12. İstatistiksel analizler.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	33
4.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar.....	33
4.2. Sulama Suyu Analiz Sonuçları.....	33
4.3. Toprakaltı Damla Sulama Yönteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar	34
4.4. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları.	34
4.5. Vejetatif Gelişim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar.....	38
4.5.1. Bitki boyu.....	38
4.5.2. Yaprak sayısı.....	39
4.6. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar.....	41
4.6.1. Toplam pazarlanabilir verim.....	41
4.6.2. Baş ağırlığı.....	44
4.6.3. Baş boyu.....	46
4.6.4. Baş eni.....	48
4.7. Kalite Unsurlarına İlişkin Sonuçlar	51
4.7.1. Kuru madde içeriği.....	51
4.7.2. Suda eriyebilir kuru madde içeriği.....	53
4.7.3. pH düzeyi.....	55
4.7.4. Protein miktarı.....	58
4.7.5. Toplam şeker miktarı.....	60
4.7.6. İvert şeker miktarı.....	63
4.8. Sulama Suyu ve Su Kullanım Randımanlarına İlişkin Sonuçlar.....	65
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	76

SİMGELER DİZİNİ

atm : atmosfer

cm : santimetre

da: dekar

g : gram

FAO : Dünya Gıda ve Tarım Örgütü

h : saat

ha: hektar

ICID: Sulama ve Drenaj Komisyonu

K: potasyum

kg : kilogram

kPa : kilopaskal

L: litre

m : metre

mm : milimetre

m² : metre kare

m³ : metre küp

N: azot

P : fosfor

PE : polietilen

s : saniye

t: ton

% : yüzde

⁰ : derece

⁰C : santigrad derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme alanında yer alan meteoroloji istasyonu	14
Şekil 3.2. Deneme alanında yer alan su kaynağı.....	17
Şekil 3.3. Deneme alanında kullanılan sulama sistemi unsurları.....	19
Şekil 3.4. Bir deneme parselinde toprakaltı damla sulama sisteminin ayrıntısı.....	20
Şekil 3.5. 2009 yılına ait deneme düzeni.....	23
Şekil 3.6. 2010 yılına ait deneme düzeni.....	24
Şekil 3.7. Tarımsal işlemlere ilişkin görüntüler.....	26
Şekil 3.8. Soğan gelişim, verim ve kalite unsurlarının belirlenmesine ilişkin görüntüler.	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1939 – 2008).....	15
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2009 ve 2010 yıllarına ait iklim verileri.....	16
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 mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri (mm/60 cm).....	38
Çizelge 4.8. Deneme konularına ilişkin ortalama bitki boyu (cm) değerleri.....	40
Çizelge 4.9. Bitki boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.10. Bitki boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.11. Deneme konularına ilişkin ortalama yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri.....	41
Çizelge 4.12. Yaprak sayısına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	42
Çizelge 4.13. Yaprak sayısına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	42
Çizelge 4.14. Yaprak sayısına ilişkin LSD testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.15. Deneme konularına ilişkin toplam pazarlanabilir verim (t/ha) değerleri	44
Çizelge 4.16. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları....	45
Çizelge 4.17. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları ...	45
Çizelge 4.18. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin LSD testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.19. Deneme konularına ilişkin baş ağırlığı (g) değerleri	46
Çizelge 4.20. Baş ağırlığına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.21. Baş ağırlığına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.22. Baş ağırlığına ilişkin LSD testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.23. Deneme konularına ilişkin baş boyu (mm) değerleri.....	49
Çizelge 4.24. Baş boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	49
Çizelge 4.25. Baş boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları	50
Çizelge 4.26. Deneme konularına ilişkin baş eni (mm) değerleri	51

Çizelge 4.27. Baş enine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.28. Baş enine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.29. Baş enine ilişkin LSD testi sonuçları	52
Çizelge 4.30. Deneme konularına ilişkin kuru madde içeriği (%) değerleri.....	53
Çizelge 4.31. Kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.32. Kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.33. Kuru madde içeriğine ilişkin LSD testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.34. Deneme konularına ilişkin suda eriyebilir kuru madde içeriği (%) değerleri	55
Çizelge 4.35. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.36. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.37. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin LSD testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.38. Deneme konularına ilişkin pH değerleri.....	57
Çizelge 4.39. pH düzeyine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 4.40. pH düzeyine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 4.41. pH düzeyine ilişkin LSD testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.42. Deneme konularına ilişkin protein miktarı (%) değerleri.....	60
Çizelge 4.43. Protein miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.44. Protein miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	61
Çizelge 4.45. Protein miktarına ilişkin LSD testi sonuçları.....	61
Çizelge 4.46. Deneme konularına ilişkin toplam şeker miktarı (%) değerleri	62
Çizelge 4.47. Toplam şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları	62
Çizelge 4.48. Toplam şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 4.49. Toplam şeker miktarına ilişkin LSD testi sonuçları.....	63
Çizelge 4.50. Deneme konularına ilişkin invert şeker miktarı (%) değerleri	64
Çizelge 4.51. İvert şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	65
Çizelge 4.52. İvert şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	65
Çizelge 4.53. İvert şeker miktarına ilişkin LSD testi sonuçları.....	66
Çizelge 4.54. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri (kg/m ³).....	67
Çizelge 4.55. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	67

Çizelge 4.56. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları.....	68
Çizelge 4.57. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin LSD testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.58. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları.....	69
Çizelge 4.59. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları	69
Çizelge 4.60. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin LSD testi sonuçları.....	69

1. GİRİŞ

Sulama, bitkinin gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun bitki kök bölgesine gereken zamanda, gerekli miktarda ve kontrollü olarak verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Güngör ve Yıldırım 1989). Bu tanımın önemi; özellikle, sulama için ayrılacak suyun azalması nedeniyle günümüzde daha da ön plana çıkmaktadır. Sulama programlaması, bir bitkiye yetiştirme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağını belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsar. Bu kapsamda, öncelikle yörenin iklim, toprak, topoğrafya ve bitki özelliklerine uygun mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verim azalması yaratmayacak bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze, meyve ağaçları ve süs bitkilerinin sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır. Dünyada damla sulama uygulamaları 1960 yılından sonra uygulanmaya başlamış ve özellikle teknolojik gelişmeler ile birlikte 1980'li yıllardan sonra tüm dünya ülkelerinde hızlı bir yayılım göstermeye başlamıştır. Özellikle, 1980'li yıllarda dünyada sulanan toplam tarım arazilerinin yaklaşık olarak % 0.3'ü damla sulama yöntemi ile sulanırken, günümüzde ise İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın % 95'i, Mısır'ın % 62'si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin % 50'si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (http://www.icid.org/sprin_micro_11.pdf). Damla sulama yönteminin ülkemizdeki kullanımı 1990'lı yıllardan itibaren başlamış ve 2006 yılı FAO verilerine göre ise sulanan toplam 5 milyon ha alanın yaklaşık % 2'lik kısmı olan 100000 ha alana ulaşmıştır (www.fao.org). Ülkemizde son yıllara kadar damla sulama yönteminin; örtü altı yetiştiriciliğinin ve sebze tarımının yoğun olarak yapıldığı Akdeniz, Ege ve Batı Marmara Bölgelerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Günümüzde ise, küresel ısınma nedeniyle istenilen sulama suyunun istenilen debi ve zamanda bulunmamasından dolayı her türlü bitki yetiştiriciliğinde ve Doğu Karadeniz Bölgesi hariç bütün bölgelerimizde kullanımı giderek artmaya başlamıştır.

Damla sulama yöntemi; projelendirme, uygulama ve işletme aşamalarında birçok mühendislik işlemini içermesi ve kullanılan malzemelerin teknoloji ile kendini sürekli yenilemesi nedeniyle devamlı bir değişim içerisindedir. Dünya literatürü incelendiğinde, damla sulama yönteminin çok farklı uygulama şekillerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu uygulama şekillerinden birisi olan toprakaltı damla sulama yöntemi, özellikle 1990'lı yıllarda Amerika, İsrail, İtalya gibi ülkelerde meyve bahçelerinde, çim ve yem bitkileri gibi çok yıllık

bitkilerin sulanmasında kullanılırken, günümüzde ise tüm sebzeleri içerisinde alacak şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde damla sulama yöntemi ile sulanan alanlar gün geçtikçe artmasına karşın, toprakaltı damla sulama yöntemi uygulamaları ise son yıllarda görülmektedir. Bu uygulamaların, ülkemizde faaliyet gösteren damla sulama sistemi unsurlarını üreten ve pazarlayan yabancı firmalar tarafından Ege Bölgesindeki bağ alanlarında, GAP Bölgesindeki sanayi domatesi alanlarında ve patates ile soğan yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde yoğunlaştığı bilinmektedir.

Trakya Bölgesi, ülkemizin önemli tarımsal bölgelerinden birisi olup, ayçiçeği ülke üretiminin % 60' ın ve buğday üretiminin ise % 12' sini sağlamaktadır (Anonim 2010). 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) verilerine göre, dünyada 3691855 ha alanda yetiştirilen soğanın üretim değeri yaklaşık 72 milyon ton' dur. Ülkemizde ise, soğan ekim alanları 2009 yılında 65000 ha olup, elde edilen verim yaklaşık 1.85 milyon ton' dur (<http://faostat.fao.org/faostat>). Trakya bölgesi soğan üretiminde önemli bir paya sahip olup, Tekirdağ koşullarında 2263 ha' lık alandan 44795 ton ürün elde edilmektedir (Anonim 2008).

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 belirli 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 artıracak alternatif tarım girdilerinin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Bu araştırma ile birlikte, toprakaltı damla sulama yönteminin Trakya Bölgesi koşullarında uygulanabilirliği araştırılmıştır. Araştırma, bölge koşullarında yoğun olarak tarımı yapılan soğan bitkisi üzerine yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, toprakaltı damla sulama yöntemi ile damla sulama yöntemi arasındaki farklılıkların ortaya konulmasına çalışılmıştır. Araştırmada ayrıca, toprakaltı damla sulama yöntemi ile soğan tarımında laterallerin yerleştireceği uygun derinlik ile uygulanacak sulama suyu miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında, oluşturulan farklı deneme konularının soğan bitkisinin bitki boyu, yaprak sayısı, toplam pazarlanabilir verim, baş ağırlığı, baş boyu, baş

eni, kuru madde miktarı, suda eriyebilir kuru madde içeriği, pH düzeyi, protein miktarı, toplam şeker miktarı ve invert şeker miktarına olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen veriler ile hem bölge çiftçisine katkı sağlanacak, hem de ülkemiz koşullarında bugüne kadar çok fazla araştırma yapılmamış olan toprakaltı damla sulama yöntemi için altyapı oluşturulmaya çalışılacaktır.

Giriş ile birlikte beş bölümden oluşan çalışmada, ikinci bölümde konuya ilişkin kaynak araştırması verilmiş, üçüncü bölümde materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar dördüncü bölümde verilmiş ve bunların tartışması ise son bölümde yer almıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Toprakaltı Damla Sulama Uygulamaları

Camp ve ark. (2000), toprakaltı damla sulama yönteminin geçmişi, mevcut durumu ve geleceğini inceledikleri araştırmada, yöntemin avantaj ve dezavantajlarını belirtmişlerdir. Toprakaltı damla sulama yönteminin ilk kullanımının 1959 yıllarında başladığı, fakat bir takım dezavantajlarının ortaya çıkmasından dolayı, en hızlı gelişimin ise damla sulama boru ve damlatıcı üretimindeki gelişmelerden sonra son 20 yıl içerisinde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Başlangıçta, ekonomik değeri yüksek olan sebze ve meyvelerde kullanılan toprakaltı damla sulama yöntemleri günümüzde pamuk, mısır, yonca gibi bitkilerin sulanmasında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda, özellikle, bitki verimi ve su kullanımı açısından damla sulama yöntemini de içerisine alan diğer sulama yöntemleri ile karşılaştığında daha yüksek değerlerin ortaya çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca, bitki besin elementlerinin direkt kök bölgesine uygulanması, toprak yüzeyinde otlama sorununun azalması, kuru üst toprak sayesinde hasat gibi tarımsal işlemlerin kolay yapılması en önemli avantajları olarak vurgulanmıştır. Diğer yandan, ilk yatırım masraflarının yüksek olması, damlatıcıların kökler tarafından tıkanması ile sulama uygulamalarının izlenmesi aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ise dezavantajları olarak belirtilmiştir.

Sakellariou-Makrantonaki ve ark. (2002), Yunanistan’ da yürüttükleri araştırmada şekerpancarını damla ve toprakaltı damla sulama yöntemleri ile farklı sulama stratejileri altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada, toprakaltı damla sulama yöntemi için lateraller 45 cm derinliğe yerleştirilmiş, sulama stratejileri ise A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin % 80 ve 100’ ün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte damla sulama yöntemine göre daha yüksek şekerpancarı verimi, şeker içeriği ve su kullanım randımanının elde edildiği açıklanmıştır.

Bryla ve ark. (2003), bakla bitkisinin su kullanım özellikleri belirlemek amacıyla California’ da üç yıllık tarla denemesi şeklinde yürüttükleri araştırmada, sulama yöntemi olarak toprakaltı damla sulama yöntemini kullanmışlardır. Araştırmada, iklim verilerine göre hesaplanan bitki su tüketimi değerlerinin % 50, 100 ve 150’ sinin uygulandığı farklı sulama seviyeleri ve toprakaltı damla sulama laterallerinin 30, 45 ile 60 cm derinliğe yerleştirildiği farklı lateral derinlikleri dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, bakla bitkisinden 30 ve 45 cm lateral derinliğinde elde edilen üretim değerlerinin 60 cm’ den daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Hanson ve ark. (2003), 1994 ile 1997 yılları arasında California’ da yürüttükleri araştırmada, farklı sulama aralıklarının toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulanan marul, biber, soğan ve domates bitkilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma, domates bitkisi için siltli-tın diğer bitkiler için kumlu-tınlı toprak bünyesine sahip alanlarda yürütülmüştür. Sulama aralığı uygulamaları, günde iki kez, günde bir kez, haftada iki kez ve haftada bir kez olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, toprakaltı damla sulama lateralleri 20 ile 23 cm aralığındaki derinliklere yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, orta bünyeye sahip topraklarda sulama uygulamalarının, toprakaltı damla sulama uygulamaları ile birlikte günde bir kez veya haftada bir kez yapılması önerilmiştir.

Lamm ve Trooien (2003), Amerika Kansas’ ta toprakaltı damla sulama yöntemi ile yetiştirdikleri mısır bitkisi üzerine yürüttükleri araştırmayı 10 yıllık süreçte tamamlamışlardır. Araştırma, derin siltli tınlı toprak bünyesine sahip alanlarda gerçekleştirilmiştir. Damla sulama lateralleri iki bitki sırasına ve 40 – 45 cm’ lik derinliklere yerleştirilmiştir. Araştırma sonunda, sulama suyu kullanım açısından toprakaltı damla sulama yöntemi ile yaklaşık % 35 - 55’ lik bir tasarrufun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, toprakaltı damla sulama yöntemi ile nitrat gübrelemesinin daha randımanlı olduğu açıklanmıştır.

Machado ve Oliveira (2005), Portekiz’ de yürüttükleri araştırmada, farklı lateral derinliklerine yerleştirdikleri toprakaltı damla sulama yönteminin ve farklı sulama suyu miktarlarının domates bitkisinin kök gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, toprakaltı damla sulama lateralleri toprak yüzeyinden 0 (damla sulama), 20 ve 40 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Sulama suyu uygulamaları üç farklı şekilde, iki günlük bitki su tüketimi değerinin % 60, 90 ve 120’ sinin uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda, bitki kök yoğunluğunun 40 cm derinliğinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, domates verim ve kalitesini; lateral derinliklerinin istatistiksel olarak etkilemediği belirtilirken, uygulanan sulama suyu miktarlarının etkilediği belirlenmiştir.

Önder ve ark. (2005), iki farklı sulama yöntemi ile dört farklı stres seviyesinin patates bitkisi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmayı 2000 ve 2002 yıllarında Hatay Bölgesinde yürütmüşlerdir. Araştırmada, sulama yöntemi olarak damla sulama ve laterallerin 15 cm derinliğe yerleştirildiği toprakaltı damla sulama yöntemleri ile sulama suyu ihtiyacının % 0, 33, 66 ve 100’ ün uygulandığı stres seviyeleri dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, patates verimi açısından sulama yöntemleri arasında istatistiksel açıdan fark elde edilmezken, stres seviyeleri arasında önemli farklılıklar elde edilmiştir. Ayrıca, toprakaltı damla sulama

yönteminin yüksek işletim masrafları ve yerleştirme zorlukları gibi dezavantajlara sahip olduğu açıklanmıştır.

Gençoğlan ve ark. (2006), yürüttükleri araştırmada, taze fasulyeyi damla ve toprakaltı damla sulama yöntemi olmak üzere iki farklı sulama yöntemi ile farklı sulama stratejileri altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada toprakaltı damla sulama yönteminde lateraller 20 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Diğer yandan, sulama uygulamaları; A sınıfı kaptan okunan günlük buharlaşma değerlerine göre dört farklı katsayıda (0.6, 0.8, 1.0 ve 1.2) gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda, damla sulama ile toprakaltı damla sulama yöntemlerinden elde edilen verim değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmezken, toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte daha yüksek su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin elde edildiği açıklanmıştır.

Enciso ve ark. (2007), Güney Teksas' ta iki farklı deneme alanında yürüttükleri araştırmada, soğan bitkisini; 15 cm lateral derinliğine sahip toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulamışlardır. Araştırmada deneme konuları olarak, üç farklı damlatıcı aralığı seçilmiş (15, 20 ve 30 cm) ve sulama uygulamaları topraktaki nem miktarının izlenmesi ile haftalık olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda, soğan bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi 407 ile 513 mm arasında ölçülmüştür. Ayrıca, damlatıcı aralıklarının soğanın verim ve kalite özellikleri üzerine herhangi bir istatistiksel etkisinin olmadığı açıklanmıştır.

Hanson ve May (2007), toprakaltı drenajını azaltmak, toprak tuzluluğunu kontrol altına almak ve gelir düzeyini artırmak için kullanılan toprakaltı damla sulama yönteminin, California koşullarında uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Araştırma, domates bitkisi üzerine yürütülmüş ve toprakaltı damla sulama yöntemi, yağmurlama sulama yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada toprakaltı damla sulama lateralleri 20 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Araştırma sonunda toprakaltı damla sulama yöntemi ile yağmurlama sulama yöntemine göre 12.90 ile 22.62 t/ha arasında değişen verim artışları gözlemlenmiştir. Diğer yandan, toprakaltı damla sulama yöntemi ile kök bölgesi altına derine sızmanın azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, yapılan ekonomik analizlere göre, toprakaltı damla sulama yöntemi ile yağmurlama sulama yöntemine oranla 867 – 1493 \$/ha arasında değişen daha fazla gelir artışı elde edildiği açıklanmıştır.

Kalfountzos ve ark. (2007) Yunanistan' da yürüttükleri araştırmada pamuk bitkisini damla ve toprakaltı damla olmak üzere iki farklı sulama yöntemi ve bitki su tüketiminin % 60, 80, 100 ve 120' sinin uygulandığı dört farklı sulama seviyesi altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada, toprakaltı damla sulama lateralleri 45 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek verim değerleri, su tüketiminin % 100 ve 120' sinin uygulandığı

deneme koşullarından elde edilirken, sulama yöntemleri arasından önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Fakat toprakaltı damla sulama yöntemi ile damla sulama yöntemine göre % 20 düzeyinde su tasarrufu sağlandığı açıklanmıştır.

Pablo ve ark. (2007), New Meksiko' da yürüttükleri çalışmada, toprakaltı damla sulama yönteminin mısır bitkisinin verim ve su kullanım özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, damlatıcı aralığı 41 cm, damlatıcı debisi 0.95 L/h olan lateraller 15, 20, 25 ve 30 cm derinliğe yerleştirilmişlerdir. Araştırma sonunda, verim ve su kullanım özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, mısır bitkisi için toprakaltı damla sulama yönteminin kullanıldığı koşullarda lateral derinliğinin 15 – 20 cm aralığında olması gerektiği önerilmiştir.

Patel ve Rajput (2007), Hindistan' da 3 yıl boyunca yürüttükleri araştırmada patates bitkisini, farklı lateral derinlikleri ve sulama programları ile toprakaltı damla sulama uygulamaları ile yetiştirmişlerdir. Araştırmada deneme konuları olarak, 0, 5, 10, 15 ve 20 cm lateral derinlikleri ve bitki su ihtiyacının % 60, 80 ve 100' ün uygulanması koşulları dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, toprakaltı damla sulama uygulamalarında lateral derinliklerinin, patates verimini önemli düzeyde etkilediği ve en yüksek verimin 10 cm lateral derinliğine sahip deneme konularından elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, araştırmada yapılan ekonomik analizlere göre; lateral derinliği arttıkça yıllık işletme masraflarının arttığı belirlenmiştir.

Singh ve Rajput (2007), Hindistan' da yürüttükleri araştırmada, bamya bitkisini toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte farklı lateral derinliklerinde yetiştirmişlerdir. Araştırmada, sulama suyu bitki su ihtiyacının tamamı şeklinde uygulanırken, lateral derinlikleri 0 (damla sulama), 5, 10 ve 15 cm olarak seçilmiştir. Araştırma sonucunda, toprakaltı damla sulama yöntemi ile elde edilen su kullanım randımanı değerlerinin damla sulama yöntemine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, toprakaltı damla sulama yöntemi ile elde edilen bamya verimleri, damla sulama yöntemine göre 5 cm lateral derinliği için % 5.22, 10 cm için % 13.48 ve 15 cm için ise % 11.56 daha fazla olmuştur. Ayrıca, bu sonuçlara göre, bamya yetiştiriciliği için toprakaltı damla sulama laterallerinin 10 – 15 cm aralığında yerleştirilmesi önerilmiştir.

Doğan ve ark. (2008), Harran Ovasında yürüttükleri araştırmada toprakaltı damla sulama ve damla sulama yöntemleri ile altı farklı sulama suyu seviyesinin kavun bitkisine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, 4 L/h damlatıcı debisine sahip olan damlatıcılar kullanılmış ve toprakaltı damla sulama yöntemi için lateraller 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Ayrıca, sulama suyu A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 0, 25, 50, 75, 100 ve 125' inin uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonucunda, en yüksek kavun veriminin A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin % 75 ile 100' ünün uygulandığı koşullarda elde edildiği belirtilirken, verim açısından damla ve toprakaltı damla sulama yöntemlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir.

Mchugh ve ark. (2008) Avustralya' da yürüttükleri araştırmada, pamuk yetiştiriciliği yapılan alanlarda sediment, bitki besin elementleri ve pestisit taşınımlarını toprakaltı damla sulama yöntemi ile karık sulama yöntemi uygulamaları için karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, toprakaltı damla sulama yöntemi ile tarım alanı dışına taşınan sediment miktarı 2.53 t/ha iken bu değer karık sulama yöntemi ile 5.26 t/ha ulaşmıştır. Ayrıca, tarım alanı dışarısına taşınan azot miktarı toprakaltı damla sulama yöntemi ile 3.12 kg/ha iken, karık sulama yöntemi ile bu değer yaklaşık 5 katı olan 18.63 kg/ha değerine ulaştığı açıklanmıştır. Araştırma sonunda, toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte bitki su tüketiminin % 75' inin uygulandığı koşullarda erozyon ve pestisit taşınımı en alt düzeyde iken, verim ve su kullanımı düzeyleri en üst seviyede elde edilmiştir.

Payero ve ark. (2008), Nebraska'da yürüttükleri araştırmada, toprakaltı damla sulama yöntemi ile sekiz farklı sulama suyu miktarı uygulaması koşullarında mısır bitkisinin bitki su tüketimi, verim, su kullanım randıman ve kuru madde üretimi gibi parametrelerini değerlendirmişlerdir. Araştırmada deneme konularına birinci yıl 53 mm ile 356 mm, ikinci yıl ise 22 mm ile 226 mm arasında değişen sekiz farklı sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Araştırma sonucunda ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri birinci yıl 580 – 663 mm, ikinci yıl ise 466 – 656 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, uygulanan su miktarı arttıkça mısır veriminde de artış olduğu belirtilmiştir.

Vories ve ark. (2009), Amerika'da yürüttükleri araştırmada, mısır bitkisini toprakaltı damla sulama yöntemi ile üç farklı sulama seviyesinde yetiştirmişlerdir. Araştırmada, toprakaltı damla sulama lateralleri 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek mısır veriminin, toprakaltı damla sulama yöntemi ile günlük bitki su tüketiminin % 60' ının uygulandığı deneme konusundan elde edildiği açıklanmıştır.

Arbat ve ark. (2010), Amerika' da dört yıl boyunca yürüttükleri araştırmada, mısır bitkisini toprakaltı damla sulama yöntemi ile 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 m damlatıcı aralıklarında yetiştirmişlerdir. Araştırmada, lateraller 33 cm derinliğe yerleştirilirken, damlatıcı debisi olarak 0.68 L/h kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, mısır verimi ve su kullanım özellikleri bakımından farklı damlatıcı aralıkları arasında istatistiksel olarak bir fark elde edilmemiştir.

Kazumba ve ark. (2010), Tanzanya' da yürüttükleri araştırmada yonca bitkisini toprakaltı damla sulama yöntemi ile iki farklı lateral derinliği (20 ve 40 cm) ve üç farklı

lateral aralığında (100, 150 ve 200 cm) yetiştirmişlerdir. Araştırmada, ayrıca, toprakaltı damla sulama yönteminin yağmurlama sulama yöntemi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Araştırma sonucunda, en yüksek yonca verimi toprakaltı damla sulama yöntemi lateral derinliğinin 40 cm ve lateral aralığının 100 ile 150 cm olduğu deneme konularından elde edildiği belirtilmiştir. Fakat lateral aralığının 200 cm olduğu koşullarda elde edilen verim değerlerinin yağmurlama sulama yönteminden elde edilen değerlerden düşük olduğu açıklanmıştır. Ayrıca yapılan ekonomik analizlerde, toprakaltı damla sulama yönteminin yağmurlama sulama yöntemine göre daha fazla gelir artışı sağladığı hesaplanmıştır.

Lamm ve ark. (2010), Amerika - Kansas' ta yürüttükleri araştırmada, münavebe sistemi ile yetiştirilen ayçiçeği, soya fasulyesi ve sorgumu toprakaltı damla sulama yöntemi ile farklı lateral derinliklerinde beş yıllık süreçte yetiştirmişlerdir. Araştırmada lateral derinliği olarak 20, 30, 40, 50 ve 60 cm kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, lateral derinlikleri arasında verim açısından ortalama % 4' lük, su kullanım randımanı açısından ortalama % 8' lük bir değişim elde edilmiştir. Ayrıca, araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde 40 cm lateral derinliğinin her üç bitki içinde uygun olduğu belirtilmiştir.

2.2. Soğan Bitkisinin Su Kullanımı

Arın (1993), 1990 ve 1992 yıllarında Tekirdağ koşullarında 12 farklı soğan çeşidi üzerine yürüttüğü araştırma sonucunda, Yarım İmrallı çeşidinin bölge koşulları için tavsiye edilebilir özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir.

Şener (1999), Tekirdağ koşullarında 1997 ve 1998 yıllarında yürüttüğü araştırmada, Yarım İmrallı soğan çeşidini damla sulama yöntemi ile üç farklı sulama programı altında yetiştirmiştir. Araştırmada deneme konuları, 40 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30, 50 ve 70' i tüketildiğinde sulanmaya başlanması ile sulama suyunun uygulanmadığı koşullardan oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, sulamanın ve sulamaya başlanacak nem düzeyinin soğan verimini etkilediği, en yüksek verimin kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30' u tüketildiğinde sulamaya başlanan konudan elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, sulama konuları arasında verim ve verim öğeleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların elde edildiği belirtilmiştir. Diğer yandan soğan bitkisi için Tekirdağ koşullarında mevsimlik bitki su tüketiminin 419.9 mm olarak ölçüldüğü açıklanmıştır.

Meranzova ve Babrikov (2002), Bulgaristan'da yürüttükleri araştırmada soğan bitkisini, ihtiyacının % 0, 50, 75 ve 100' ü olmak üzere dört farklı sulama programı altında

yetiştirmişlerdir. İki yıl süren arazi çalışmalarında deneme konularına birinci yıl 9, ikinci yıl 8 sulama uygulaması yapılırken, bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı konuda mevsimlik toplam bitki su tüketimi 337.84 mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca araştırma sonucunda, su kullanım randımanı değerleri 8.58 ile 14.55 kg/m³ olarak hesaplandığı açıklanmıştır.

Subedi ve ark. (2002), farklı sulama suyu miktarları ve sulama aralığının soğan bitkisi üzerine olan etkilerini inceledikleri araştırmayı Hindistan koşullarında gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada sulama suyu miktarları, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75 ve 100' ün uygulanması, sulama aralığı konularını ise 5, 10 ve 15 gün şeklinde oluşturmuşlardır. Araştırmada uygulanan sulama suyu miktarları deneme konularına göre 75 ile 309 mm arasında, sulama sayıları ise 6 ile 18 arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda, uygulanan farklı sulama suyu miktarları ve sulama zamanlarının bitki boyu, bitkide yaprak sayısı, baş ağırlığı ve verim gibi parametreleri önemli derecede etkilediğı belirtilmiştir. Sonuçta, soğan bitkisi için 5 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 100' ün uygulanması gerektiğı açıklanmıştır.

Biswas ve ark. (2003), Bangaldeş' de yürüttükleri araştırmada, soğan bitkisini hasattan 30 gün öncesine kadar, 5, 15, 20 ve 30 gün sulama aralıklarında mevcut toprak nemini tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulaması şeklinde yetiştirmişlerdir. Araştırma sonunda, en yüksek soğan verimi ortalama 9.0 t/ha ile beş günlük sulama aralığının uygulandığı deneme konusundan elde edildiğı belirlenmiştir. Ayrıca, adı geçen konuda ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerinin 280 mm olduğı açıklanmıştır.

Al-Moshileh (2007), Suudi Arabistan koşullarında yürüttüğü araştırmada, soğan bitkisini dört farklı ekim tarihi ve üç farklı sulama suyu miktarı altında yağmurlama sulama yöntemi ile sulamışlardır. Araştırma sonucunda, erken ekim tarihinde elde edilen soğan verim ve gelişim değerleri diğer ekim tarihlere göre daha yüksek olmuştur. Diğer yandan, sulama konuları değerlendirildiğinde, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça elde edilen verim ve verim parametrelerinde istatistiksel olarak artışın olduğı belirtilmiştir.

Bekele ve Tilahun (2007), kısıtlı sulama uygulamalarının soğan verimine üzerine yürüttükleri araştırmayı Etiyopya'da gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, dört bireysel büyüme periyodunun her birinde yapılan kısıtlar ile tüm büyüme mevsimi boyunca bitkinin ihtiyacı olan suyun % 0 (susuz), 25, 50 ve 100' ünün karşılanması şeklinde oluşturulan sekiz farklı deneme konusundan oluşturulmuştur. Damla sulama yönteminin uygulandığı araştırmada, deneme konularına 69.8 mm ile 278.1 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonunda, en yüksek soğan verimi, tüm büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının % 100' ün karşılandığı konudan 25 t/ha olarak elde edilirken, en düşük soğan verimi susuz konudan 5

t/ha olarak elde edilmiştir. Ayrıca, birinci ve dördüncü büyüme periyodunda yapılan kısıt konularından elde edilen verim değerlerinin, bitki su ihtiyacının % 100' ün karşılandığı konudan elde edilen verim değerlerinden istatistiksel olarak farklı olmadığı açıklanmıştır.

Kumar ve ark. (2007), Hindistan' da soğan bitkisi üzerine yürüttükleri araştırmada, deneme konularını, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 60, 80, 100 ve 120' sinin uygulanması şeklinde oluşturmuşlardır. Mikro yağmurlama sulama yönteminin kullanıldığı araştırmada, en yüksek soğan verimi A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 100 ve 120' sinin uygulandığı koşullarda elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, deneme konuları, sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanları açısından incelendiğinde, buharlaşma değerlerinin % 80' inin uygulandığı koşulların ön plana çıktığı açıklanmıştır.

Ayas ve Demirtaş (2009), Bursa' da yürüttükleri araştırmada sera koşullarında soğanı A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 0, 25, 50, 75 ve 100' ün uygulandığı beş farklı sulama stratejisi altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada sulamalar iki gün aralıklarla, damla sulama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresinde deneme konularına 65 ile 362 mm arasında değişirken, ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi 95 ile 372 mm arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda, deneme konuları arasında soğan verimi, baş yüksekliği, baş çapı, baş ağırlığı ve kuru madde oranında istatistiksel açıdan önemli farklar elde edildiği açıklanmıştır. Araştırmada en yüksek soğan veriminin A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 75 ile 100' ün uygulandığı koşullardan elde edildiği belirtilmiştir.

Bossie ve ark. (2009), Etiyopya' da lizimetrelerde yürüttükleri araştırmada soğan bitkisinin dört gelişme periyodu için bitki katsayısı (k_c) ve su tüketimlerini (ET_c) belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, dönemlik bitki su tüketimleri, başlangıç, gelişim, orta ve geç sezon için sırasıyla 51.3, 140.5, 144.8 ve 53.9 mm olarak elde edilirken, k_c katsayıları; başlangıç, orta ve geç sezon için 0.47, 0.99 ve 0.46 olarak elde edilmiştir.

Enciso ve ark. (2009), Texas koşullarında yürüttükleri araştırmada, soğan bitkisini; 20 cm derinliğe yerleştirdikleri toprakaltı damla sulama yöntemi ile iki farklı sulama stratejisi altında yetiştirmişlerdir. Sulama stratejileri -20, 30 ve 50 kPa toprak nem tansiyonu değerlerinde ve haftalık bitki su tüketiminin % 50, 75 ve 100' nün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonun da en yüksek verim ve baş büyüklüğü toprak neminin -30 kPa değerinin üzerinde olduğu koşullarda elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, haftalık bitki su tüketiminin % 75 ve 100 olduğu koşullarda verim farklılığı elde edilmediği belirtilmiştir.

Patel ve Rajput (2009) tarafından yapılan çalışmada, son yıllarda sulama uygulamalarında kullanımı giderek artmakta olan toprakaltı damla sulama yönteminin soğan bitkisi sulanmasında kullanımı incelenmiştir. Araştırmada deneme konuları, bitki su tüketiminin % 60, 80 ve 100' ünün uygulandığı 3 farklı sulama stratejisi ve toprakaltı damla sulama lateralinin yüzey (0 cm) ile 5, 10, 15, 20 ve 30 cm' e yerleştirildiği 6 farklı derinlik şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, maksimum soğan veriminin 60.7 cm sulama suyu uygulanan ve laterallerin 10 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusundan elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, en yüksek sulama suyu kullanım randımanı değerinin (0.55 t/ha/cm) ise yine aynı konuda elde edildiği açıklanmıştır.

Pejic ve ark. (2011), farklı sulama programlarının soğanın su kullanımı ve verimine etkilerini araştırdıkları çalışmayı 2005, 2006 ve 2007 yıllarında Sırbistan' da gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada deneme konularını, topraktaki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30, 50 ve 70' inin tüketilmesi koşullarında sulama uygulamaları ile susuz konu olmak dört farklı şekilde planlamışlardır. Araştırma sonucunda, en yüksek soğan verimlerini 36.46 ile 40.96 t/ha arasında değişen her yıl farklı bir sulama konusundan elde etmişlerdir. Sulama suyu uygulanan deneme konularında soğan bitkisinin mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri 435.6 ile 542.9 mm arasında ölçülmüştür.

3. 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 konumu

Araştırma, Tekirdağ-İstanbul yolu üzerinde, Tekirdağ il merkezine 20 km uzaklıkta yer alan Karaevli köyünde bulunan 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 23.6 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 585.1 mm olmasına karşın, bunun büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem % 77.9' dur. Nisan ayında bu değer % 78.5' e yükselmekte ve Ağustos ayında % 72' ye düşmektedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızınının 2 m yükseklikteki değeri 2.70 m/s' 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 (Şekil 3.1) ve A sınıfı buharlaşma kabından elde edilen, denemenin yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri Çizelge 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanında yer alan meteoroloji istasyonu

3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Araştırmanın yürütüldüğü alan 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. Alanda eğim, kuzey kesimlerinde % 2, güney kesimlerinde ise oldukça düşük (% 0.2) düzeyindedir.

Araştırma, 2009 ve 2010 yılları için iki farklı deneme parselinde yürütülmüştür. Her bir deneme parseli için toprak analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

Denemenin her iki yılı için farklı alanlarda yürütülmesinden dolayı suyun tarla başına getiriliş şekli farklılık göstermektedir. Sulama suyunun sağlanmasında alanda yer alan 4 L/s debiye sahip bir derin kuyudan yararlanılmıştır. Bu kuyudan alınan su tarla başına 25 m uzaklıkta bulunan 300 m³ lük bir depolama havuzuna basılmaktadır. Denemenin ilk yılında sulama suyu, havuzun hemen yanına yerleştirilen, suyu 26 m yüksekliğe basabilen benzinli motor ile çalışan santrifüj pompa aracılığı ile parsellere iletilmiştir.

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 Maksimum 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 Minimum 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)	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	Ort. sıcaklık (°C)	Ort. bağıl nem (%)	Ort. rüzgar hızı* (m/s)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm/gün)	Yağış (mm)
2009	Nisan						
	Nisan 10-20	12.25	83.40	2.12	7.77	1.98	3.60
	Nisan 21-30	11.32	81.90	2.60	6.03	2.05	11.00
	Mayıs						
	Mayıs 1-10	14.31	89.40	1.96	6.83	2.15	3.80
	Mayıs 11-20	19.21	78.00	2.40	10.34	4.77	2.40
	Mayıs 21-31	18.72	75.27	2.54	10.54	3.00	
	Haziran						
	Haziran 1-10	21.07	86.10	2.01	8.65	5.22	9.60
	Haziran 11-20	22.11	70.82	2.74	10.97	5.24	1.10
	Haziran 21-30	22.87	77.90	2.23	9.09	5.69	
	Temmuz						
Temmuz 1-10	24.81	82.90	2.32	10.06	5.32	1.80	
Temmuz 11-20	25.29	69.60	2.54	9.22	4.98		
Temmuz 21-24	25.21	64.55	3.68	10.67	5.57		
2010	Nisan						
	Nisan 10-20	12.99	77.40	2.37	5.69	1.50	14.00
	Nisan 21-30	13.99	70.70	3.00	8.98	2.45	
	Mayıs						
	Mayıs 1-10	16.10	73.30	1.90	9.73	4.69	
	Mayıs 11-20	19.13	67.68	2.65	7.62	3.20	7.00
	Mayıs 21-31	20.68	74.36	2.05	9.05	6.25	3.00
	Haziran						
	Haziran 1-10	21.57	72.70	2.50	5.92	6.16	14.50
	Haziran 11-20	25.00	69.70	2.41	9.60	3.70	11.60
	Haziran 21-30	21.79	76.55	2.16	4.37	4.48	13.60
	Temmuz						
Temmuz 1-10	23.58	73.40	2.49	7.55	3.10	27.00	
Temmuz 11-20	26.40	69.80	2.55	10.05	4.05	12.00	

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir

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 havuzundan alınan sulama suyu bir elektrik motoru ile ($H_m = 46$ m, $Q = 4$ L/s) deneme parsellerine iletilmiştir (Şekil 3.2).

3.1.5. Sulama sistemi

Araştırmada, deneme parselleri toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulanmıştır. Sulama sistemi sırasıyla, su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, boru hatları ve damlatıcılardan oluşmuştur. Denemenin ilk yılında 25 L/s kapasiteli, ikinci yılında ise 85 L/s kapasiteli kombine bir elek filtre (filtre+hidrosiklon) kullanılmıştır. Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek ve düzenlemek amacıyla basınç regülatörü ile manometreler yerleştirilmiştir. 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 3.3).



Şekil 3.2. Deneme alanında yer alan su kaynağı

Toprakaltı 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 toprakaltı yassı sulama boruları kullanılmıştır. Her bir lateral üzerinde 20 cm aralıklı, 1 atm işletme basıncında 1.8 L/h debi veren in-line tipte, basınç düzenleyicili damlaticılar yer almaktadır (Şekil 3.4).

3.1.6. A sınıfı buharlaşma kabı

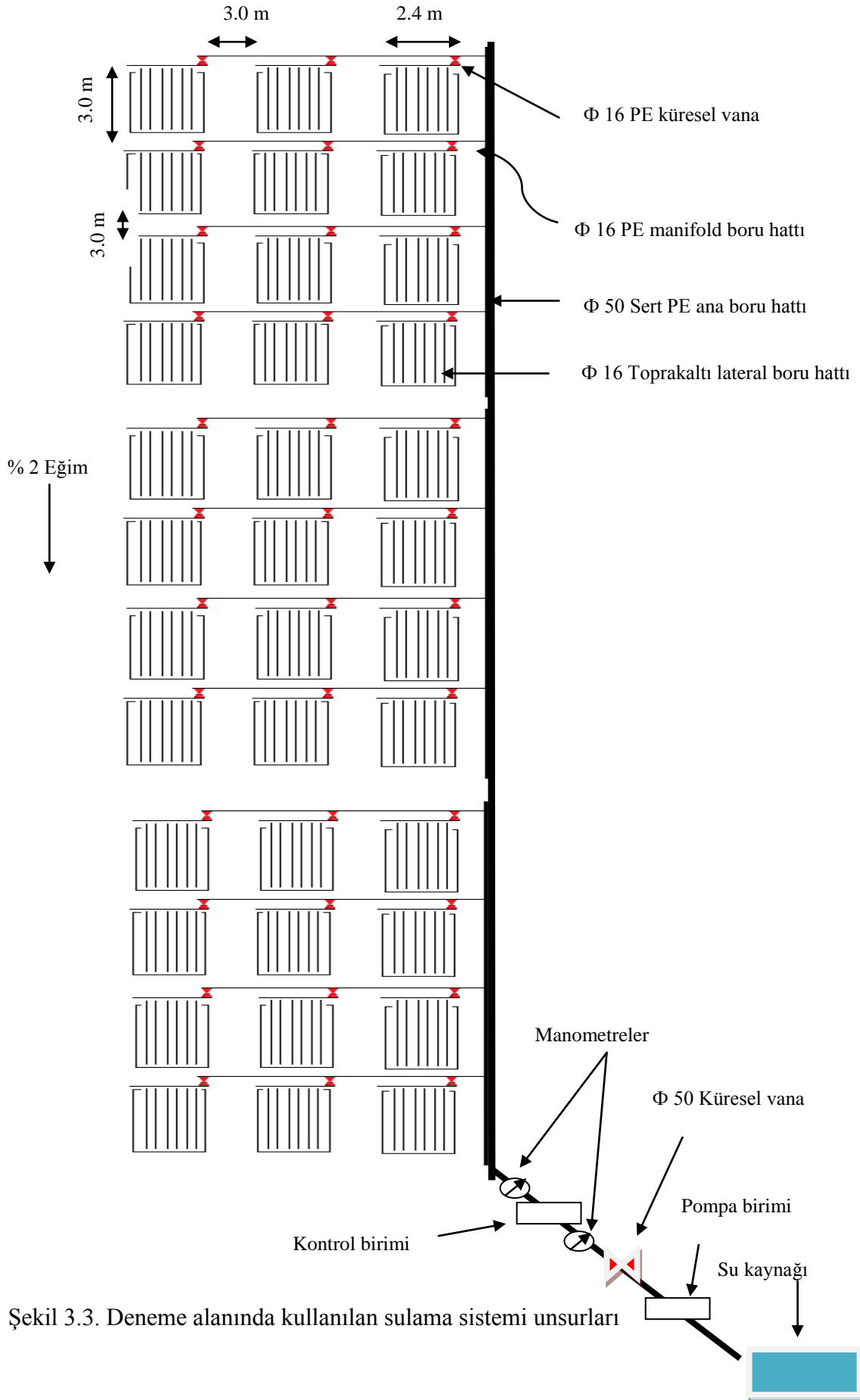
Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı, 121 cm çapında, 25.5 cm yüksekliğinde, 2 mm galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden oluşmaktadır. Kap içerisindeki suyun hayvanlar tarafından içilmesini önlemek 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).

3.1.7. Kullanılan soğan arpacığının özellikleri

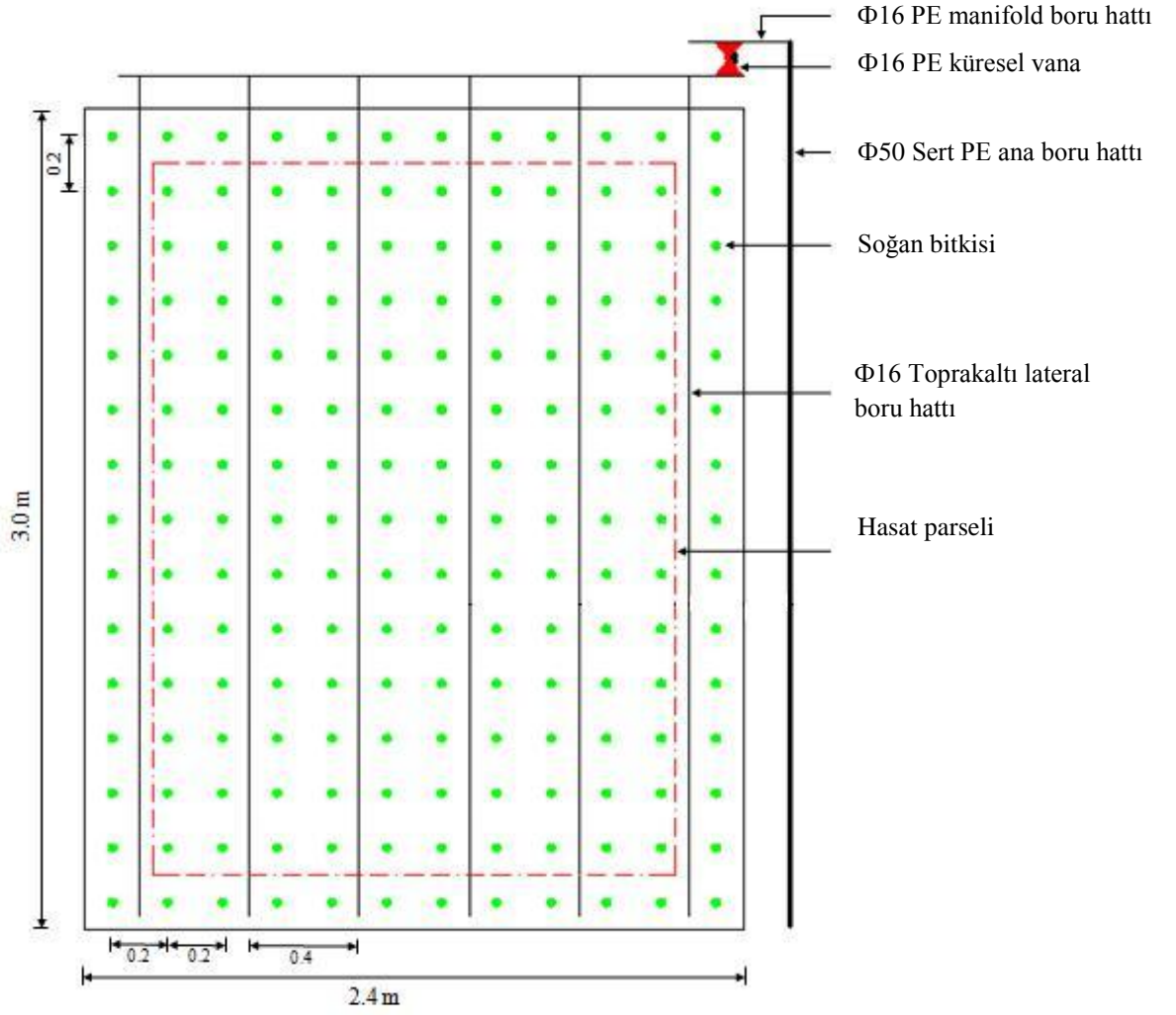
Araştırmada, Tekirdağ yöresinde yaygın olarak tarımı yapılan Yarım İmrallı çeşidi arpacık kullanılmıştır. Bu arpacıktan yetişen bitki boyu yaklaşık 35 cm, yaprak sayısı 7 - 8, ortalama baş ağırlığı 80 gr civarındadır. Vejetasyon süresi uzun olan bölgelerde yetiştirilen bu çeşidin kuru koşullarda ortalama verimi yaklaşık 20 t/ha civarındadır (Arın 1993).

3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları

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



Şekil 3.3. Deneme alanında kullanılan sulama sistemi unsurları



Şekil 3.4. Bir deneme parselinde toprakaltı damla sulama sisteminin ayrıntısı

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 yöntemler hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür ve deneme konuları rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Araştırma,

toprakaltı damla sulama yönteminin uygulandığı 3 farklı lateral derinliği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen 7 günlük buharlaşma değerlerinin 4 farklı oranlarda uygulandığı sulama suyu uygulamaları konulardan oluşturulmuştur.

Lateral derinliği konuları;

D₀ konusu: Lateral boru hatlarının toprak yüzeyine yerleştirildiği deneme konusu (Damla sulama),

D₁ konusu: Lateral boru hatlarının 10 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusu,

D₂ konusu: Lateral boru hatlarının 20 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusu,

Sulama suyu uygulamaları konuları;

I₁ konusu: 7 günlük toplam buharlaşma miktarının % 50' sinin uygulandığı deneme konusu,

I₂ konusu: 7 günlük toplam buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı deneme konusu,

I₃ konusu: 7 günlük toplam buharlaşma miktarının % 100' ünün uygulandığı deneme konusu,

I₄ konusu: 7 günlük toplam buharlaşma miktarının % 125' inin uygulandığı deneme konusu biçiminde düzenlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarına ilişkin deneme desenleri Şekil 3.5 ve 3.6' da verilmiştir. Deneme alanı 13.2 x 69.0 m boyutlarında olup, toplam 910.80 m² dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 12 adet olmak üzere toplam 36 adet parsel bulunmaktadır. Bir deneme parseli 2.4 x 3.0 m boyutlarında olmak üzere toplam 7.20 m² alana sahiptir. Bir deneme parselinde 12 adet bitki sırası bulunmaktadır. Bitkilerin sıra aralığı 0.20 m, sıra üzeri ise 0.20 m' dir. Tüm parsellerde birer bitki sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece hasat parseli 2.00 x 2.60 m olmak üzere toplam 5.20 m² olmuştur. Her deneme parselindeki bitki sayısı 180, hasat parselinde ise 130 adettir. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında ve bloklar arasında 3.00 m boşluk bırakılmıştır.

Ayrıca, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerini hesaplayabilmek için her yıl için 3 adet sulama suyu uygulanmayan (susuz) deneme parselleri oluşturulmuştur. Bu

parsellerden sadece verim değerleri elde edilmiş ve diğer deneme konuları ile birlikte istatistiksel analizlere sokulmamıştır.

3.2.2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

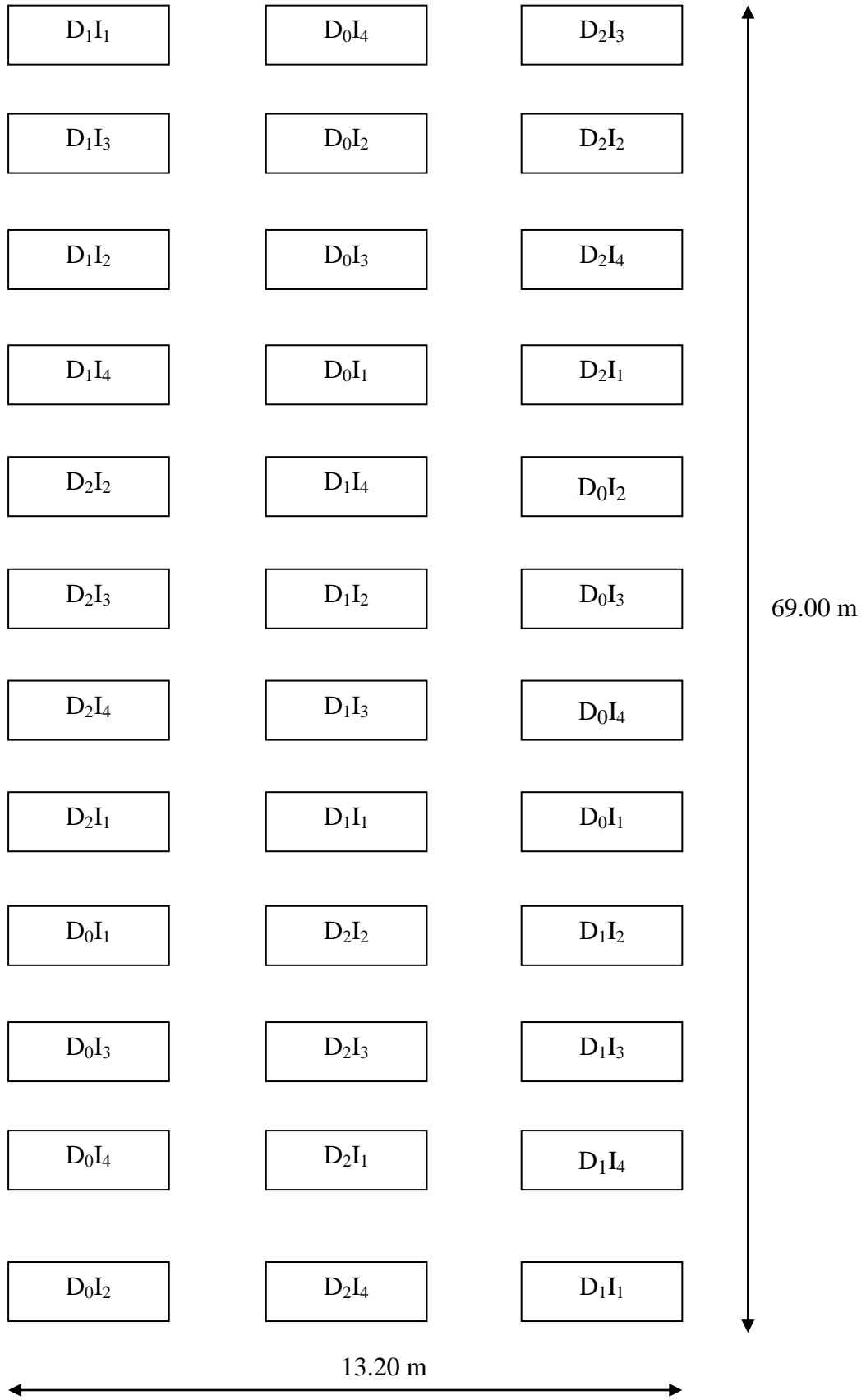
Denemenin kurulacağı alanda toprak ve suya ait fiziksel ve kimyasal analizler ile deneme süresince yapılacak örneklemelele ait kimyasal ve fiziksel analizler Ayyıldız (1990) ve Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, Biyosistem Mühendisliği Bölüm laboratuvarı ve Kırklareli Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsünde yapılmıştır.

Denemelere başlamadan önce, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ile 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.

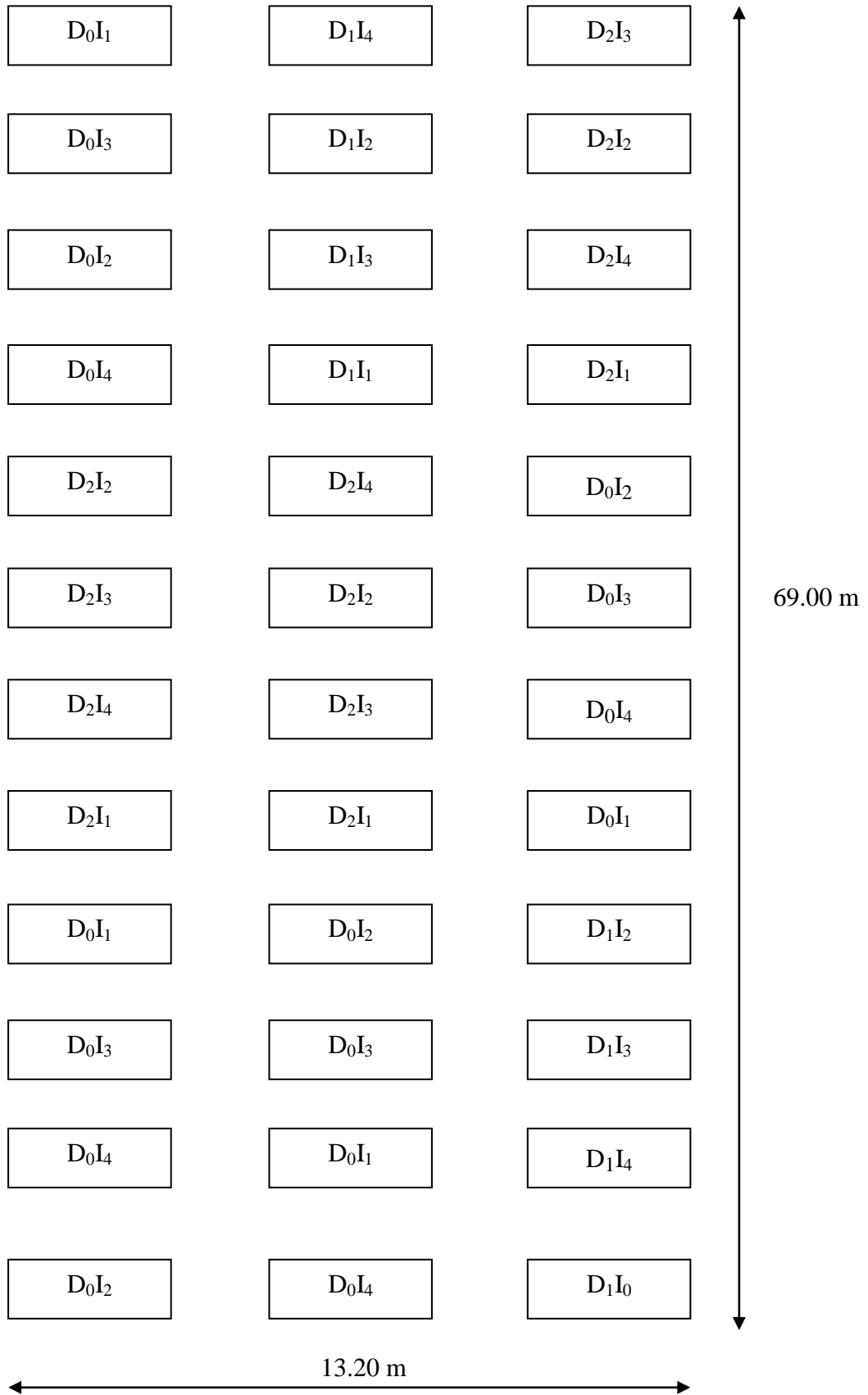
Araştırma alanı topraklarının verimlilik analizleri için ise 0 - 20 ve 20 - 40 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır (Sönmez ve Ayyıldız 1964, Güngör ve Yıldırım 1989). Araştırmada kullanılan sulama suyunun kalite sınıfını belirlemek amacıyla Ayyıldız (1990)' da belirtilen esaslara göre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

3.2.3. Toprağın su alma hızı ölçümleri

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.



Şekil.3.5. 2009 yılına ait deneme düzeni



Şekil.3.6. 2010 yılına ait deneme düzeni

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 toprakaltı damla sulama borularının rahatlıkla istenilen derinliğe gömülebilmesi için zemin hazırlanmıştır. Verimlilik analizi sonuçlarına göre her iki yılda da, arpacık dikiminden önce 28 kg/da %2 0 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, arpacık dikiminden önce toprakaltına yerleştirilmesi sağlanmıştır. Uygun derinliklerin açılması, açıldıktan sonra boruların yerleştirilmesi ve diğer tarımsal işlemler Şekil 3.7' de gösterilmiştir. Deneme parsellerinde lateraller ıslatılan alan yüzdesi % 50 olacak biçiminde iki sıraya bir lateral olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Denemede Yarım İmrallı arpacık çeşidi, her iki yılda da 10 Nisan' da, sıra arası ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde tarla hazırlığı tamamlanan parsellere dikilmiştir. Dikim sonrası 108 L/parsel olacak şekilde çimlenme ve çıkış su uygulaması, 4 hafta sonra ise boğaz doldurma işlemleri yapılmıştır. Deneme süresince ihtiyaç duyulduğu 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 3.7. Tarımsal işlemlere ilişkin görünümler

3.2.6. Sulama suyu uygulamaları

Araştırmada, arpacık dikiminden sonra, sulama suyu toprakaltı 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).

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

Eşitlikte;

I : Uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm

K_{cp} : Buharlaşma kabı katsayısı (deneme konularına göre 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 olarak alınmıştır),

E_p : Yıgışimli buharlaşma miktarı, mm,

P : Damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi (% 50) dir.

Elde edilen sulama suyu miktarları her parselin alanı olan 7.2 m² ile çarpılarak litre cinsinden hesaplanmış ve parsellerdeki toplam damlatıcı debisine bölünerek su uygulama süresi belirlenmiştir.

3.2.7. Toprakaltı damla sulama yönteminin 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 3.4). Denemede, 1.0 atmosfer basınçta, nominal debisi 2 L/h, gerçek debisi 1.8 L/h debiye sahip, laterale 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 (Papazafirou, 1980).

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

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L/h,

I : Toprağın su alma hızı, mm/h, değerlerini göstermektedir.

Toprakaltı damla sulama sisteminde ıslatılan alan yüzdesi, her iki bitki sırasına bir lateralın yerleştirilmesi koşullarında;

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

eşitliği ile belirlenmiştir (Yıldırım, 2003).

Eşitlikte;

- P : Islatılan alan yüzdesi,
S_d : Damlatıcı aralığı, m,
S_l : Lateral aralığı, m, değerlerini göstermektedir.

3.2.8. Bitki su tüketiminin saptanması

Araştırmada, bitki su tüketimi değerleri soğanın 60 cm' lik etkili kök derinliği için 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, sulama uygulamaları basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir. Diğer yandan derine sızma kayıplarının kontrolü amacı ile etkili kök derinliği olan 60 cm' nin bir alt katmanında da toprak nem izlemesi gerçekleştirilmiştir (Kanber 1997).

3.2.9. Topraktaki nem içeriğinin belirlenmesi

Araştırmada toprak nem içeriği gravimetrik olarak 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm' lik toprak katmanları için belirlenmiştir. Toprak nem ölçümleri, yağış koşullarının elverdiği sürece sulama uygulamalarından önceki gün yapılmıştır. Elde edilen toprak nem değerlerinden 0 – 60 cm değerleri mevsimlik bitki su tüketiminin, 60 – 90 cm nem değerleri ise derine sızmanın olup olmadığının kontrolü amacı ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.10. 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).

$$IWUE = \frac{Y_1 - Y_0}{ET} \quad (3.5)$$

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

Eşitliklerde;

IWUE : Sulama suyu kullanım randımanı, kg/m³,

WUE : Su kullanım randımanı, kg/m³,

Y₁ : Sulama suyu uygulanan deneme konularından ölçülen toplam pazarlanabilir verim, t/ha,

Y₀ :Sulama suyu uygulanmayan deneme konusundan ölçülen toplam pazarlanabilir verim, t/ha,

I : Uygulanan net sulama suyu miktarı, mm,

ET : Ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi, mm' dir.

3.2.11. Soğan gelişim, verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi

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 ölçüm, sayım, tartım ve hesaplamalar yapılarak değerlendirilmişlerdir (Arın 1993). Elde edilen tüm parametreler her bir hasat parselinden tesadüfen seçilen 10 bitkide gerçekleştirilmiştir. Hasat ve hasat sonrası analizlere ait bazı görüntüler Şekil 3.8’ de verilmiştir.



Şekil 3.8. Soğan verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesine ilişkin görüntüler

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.

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 (adet): Bitki boyu ölçümü yapılan bitkilerde adet olarak yapraklar sayılmıştır.

Verim (t/ha): Parsellerden elde edilen pazarlanabilir ürünlerin ağırlıklarının toplanması ve hektara oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

Kuru madde içeriği (%): Soğan başlarının yaş ağırlıkları tartıldıktan sonra 65 °C' de sabit ağırlığa ulaşınca 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 invert şeker (%): Şeker miktarları Lane-Eynon yöntemi ile Anonim (2006)' da belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

3.2.12. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen gelişme, verim ve kalite parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler Yurtsever (1984)' de açıklanan esaslara göre değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

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

4.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin 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 killi tın, kullanılabilir su tutma kapasitesi 96.47 mm/60 cm, ikinci yıl ise toprak bünye sınıfı tın ve su tutma kapasitesi 105.36 mm/60 cm olarak bulunmuştur.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri her iki yılda da ortalama 20 mm/h 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 Analiz Sonuçları

Kullanılan sulama suyunun kalite analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3' de verilmiştir. Sulama suyu kalite sınıfı T₂S₁ '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	Killi tın	31.425	143.02	21.02	95.66	1.52	47.35
	30-60	Killi tın	31.015	141.89	20.28	92.78	1.53	49.11
	60-90	Killi tın	30.025	139.62	18.195	84.61	1.55	55.01
	0-60			284.91		188.44		96.47
	0-90			424.53		273.05		151.48
2010	0-30	Tın	28.83	125.41	18.11	78.78	1.45	46.63
	30-60	Tın	29.91	136.39	17.03	77.66	1.52	58.73
	60-90	Tın	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)	Potasyum K ₂ O (kg/da)	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	pH	Kasyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)		
				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. Toprakaltı Damla Sulama Yönteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 1.8 L/h, 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 101 günde ulaşmıştır.

Sulama sezonu boyunca, her bir deneme konusuna ilişkin sulama tarihleri, buharlaşma değerleri ve uygulanan sulama suyu miktarları 2009 yılı için Çizelge 4.5' de, 2010 yılı için ise Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konularına her iki yılda da dikim işlemini takiben 15 mm çimlenme ve çıkış suyu uygulaması yapılmıştır. Deneme konularına, 7 gün ara ile çimlenme ve çıkış suyu hariç ilk yılda 12, ikinci yılda ise 7 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları, 2009 yılında deneme konularına göre 194.8 ile 464.0 mm arasında, 2010 yılında ise 145.5 ile 341.3 mm arasından değişmiştir. Denemenin ikinci yılında yağış miktarının fazla olması nedeniyle uygulanan sulama suyu miktarları daha düşük olmuştur.

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 mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri ise Çizelge 4.7' de özetlenmiştir. Toplam büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2009 yılı için 337.14 mm ile 715.39 mm arasında, 2010 yılı için 388.79 mm ile 579.26 mm arasında değişmiştir.

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	261.0	101

Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2009 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)			
			I ₁ (% 50)	I ₂ (% 75)	I ₃ (% 100)	I ₄ (% 125)
Can suyu	10 Nisan		15.0	15.0	15.0	15.0
1	17 Nisan	15.2	7.6	11.4	15.2	19.0
2	27 Nisan	22.1	11.1	16.6	22.1	27.6
3	08 Mayıs	18.3	9.2	13.7	18.3	22.9
4	15 Mayıs	28.7	14.4	21.5	28.7	35.9
5	21 Nisan	32.6	16.3	24.5	32.6	40.8
6	29 Mayıs	27.6	13.8	20.7	27.6	34.5
7	05 Haziran	25.2	12.6	18.9	25.2	31.5
8	12 Haziran	37.8	18.9	28.4	37.8	47.2
9	19 Haziran	35.6	17.8	26.7	35.6	44.5
10	26 Haziran	41.3	20.7	31.0	41.3	51.6
11	03 Temmuz	37.7	18.9	28.3	37.7	47.1
12	10 Temmuz	37.0	18.5	27.8	37.0	46.2
Toplam		359.1	194.8	284.5	374.1	464.0

Çizelge 4.6. Araştırma konularına 2010 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)			
			I ₁ (% 50)	I ₂ (% 75)	I ₃ (% 100)	I ₄ (% 125)
Can suyu	10 Nisan		15.0	15.0	15.0	15.0
1	15 Nisan	30.0	15.0	22.5	30.0	37.5
2	25 Nisan	26.0	13.0	19.5	26.0	32.5
3	05 Mayıs	41.0	20.5	30.8	41.0	51.3
4	12 Mayıs	32.0	16.0	24.0	32.0	40.0
5	22 Mayıs	38.0	19.0	28.5	38.0	47.5
6	29 Mayıs	52.0	26.0	39.0	52.0	65.0
7	14 Haziran	42.0	21.0	31.5	42.0	52.5
Toplam		261.0	145.5	210.8	276.0	341.3

Genel olarak, ikinci yıl ölçülen mevsimlik toplam bitki su tüketiminin düşük olmasının nedeni olarak, ikinci yıl yağışlı günlerin fazla olması, buharlaşma değerlerinin daha düşük olması ve sonuçta daha az sulama suyu uygulanması gösterilebilir. Bu çalışmada elde edilen 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 2009, Şener 1999).

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın % 100' ün uygulandığı I₃ deneme konusundan ortalama olarak birinci yıl 577.29 mm, ikinci yıl ise 524.83 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür. Bu deneme konusuna göre % 50 sulama suyu kısıtı yapılan I₁ deneme konusunda ise birinci yıl 394.91 mm ile % 32, ikinci yıl ise 396.15 mm ile % 25 daha düşük bitki su tüketimi ölçülmüştür. Aynı şekilde, % 25 kısıt yapılarak, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı I₂ deneme konusunda ise birinci yıl 501.87 mm ile % 13, ikinci yıl ise 448.76 mm ile % 14 daha düşük bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Diğer yandan, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 125' inin uygulandığı I₄ deneme konusunda ise I₃ deneme konusunda göre birinci yıl 698.20 mm ile % 21, ikinci yıl ise 573.25 mm ile % 9 daha fazla bitki su tüketimi ölçülmüştür.

Ölçülen bitki su tüketimi değerleri, laterallerin yerleştirildiği deneme konuları arasında incelendiğinde, lateral derinliği arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerlerinin azaldığı görülmüştür. Damla sulama laterallerinin yüzeyde olduğu D₀ konusunda birinci yıl ortalama olarak 559.71 mm ikinci yıl ise 501.21 mm toplam mevsimlik bitki su tüketimi ölçülmüştür. Diğer yandan, laterallerin 10 cm' e yerleştirildiği D₁ deneme konusunda birinci yıl 544.84 mm ikinci yıl ise 484.67 mm ile D₀ deneme konusuna göre % 3' lük daha düşük bitki su tüketimi ölçülmüştür. Aynı şekilde, laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği D₂ deneme konusunda birinci yıl 524.66 mm ve ikinci yıl 471.37 mm ile D₀ konusuna göre sırasıyla % 7 ve 6 daha düşük bitki su tüketimi ölçülmüştür.

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

Yıl	Deneme konuları		Topraktaki nem değişimi mm	Yağış mm	Uygulanan sulama suyu miktarı mm	Toplam mevsimlik bitki su tüketimi mm/mevsim
2009	D ₀	I ₁	205.45	33.3	194.8	433.55
		I ₂	190.85		284.5	508.65
		I ₃	173.85		374.1	581.25
		I ₄	218.09		464.0	715.39
	D ₁	I ₁	185.94		194.8	414.04
		I ₂	183.84		284.5	501.64
		I ₃	171.86		374.1	579.26
		I ₄	187.11		464.0	684.41
	D ₂	I ₁	109.04		194.8	337.14
		I ₂	177.51		284.5	495.31
		I ₃	163.96		374.1	571.36
		I ₄	197.51		464.0	694.81
2010	D ₀	I ₁	155.88	102.7	145.5	404.08
		I ₂	156.94		210.8	470.44
		I ₃	172.34		276.0	551.04
		I ₄	135.26		341.3	579.26
	D ₁	I ₁	147.38		145.5	395.58
		I ₂	142.69		210.8	456.19
		I ₃	137.15		276.0	515.85
		I ₄	127.06		341.3	571.06
	D ₂	I ₁	140.59		145.5	388.79
		I ₂	106.15		210.8	419.65
		I ₃	128.91		276.0	507.61
		I ₄	125.43		341.3	569.43

4.5. Vejetatif Gelişim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.5.1. Bitki boyu

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yıla ilişkin ortalama bitki boyları Çizelge 4.8’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9 ve 4.10’ da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konularında elde edilen bitki boyları 2009 yılı için 38.96 ile 46.86 cm arasında değişirken, 2010 yılında ise 34.07 ile 44.80 cm arasında değişmiştir.

Bitki boyu değerlerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları incelediğinde, denemenin yürütüldüğü her iki yıl içinde, tekerrürler arasında, lateral derinlikleri arasında, farklı sulama suyu uygulamaları arasında ve lateral derinliği ile sulama suyu interaksyonunda istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.8. Deneme konularına ilişkin ortalama bitki boyu (cm) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	48.35	40.10	38.50	42.32	37.5	33.1	33	34.53
	I ₂	44.65	43.55	48.65	45.62	37.6	39.9	32.3	36.60
	I ₃	39.30	35.60	48.00	40.97	40.2	42.3	31.1	37.87
	I ₄	48.55	38.05	44.01	43.54	42.7	41.3	34.2	39.40
D ₁	I ₁	36.40	41.45	39.03	38.96	33.1	34	35.1	34.07
	I ₂	37.35	45.80	46.35	43.17	41.3	32.7	30.3	34.77
	I ₃	45.15	45.40	49.75	46.77	44.1	38.8	29.4	37.43
	I ₄	49.85	43.2	47.52	46.86	42.9	35.4	40	39.43
D ₂	I ₁	35.8	45.25	38.85	39.97	43	34.9	40.2	39.37
	I ₂	41.5	42.95	36.95	40.47	38.1	45.6	43.5	42.40
	I ₃	49.65	43.2	40.75	44.53	39.9	42.4	38.3	40.20
	I ₄	45.9	45.35	49.3	46.85	47	40.3	47.1	44.80

Çizelge 4.9. Bitki boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	13.891	6.945	0.249ns
Lateral derinliği	2	6.708	3.354	0.120ns
Hata 1	4	111.793	27.948	
Sulama suyu	3	134.845	44.948	2.711ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	124.259	20.710	1.249ns
Hata	18	298.476	16.582	
Genel	35	689.972	19.713	

ns : önemsiz

Çizelge 4.10. Bitki boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	116.604	58.302	2.232ns
Lateral derinliği	2	197.107	98.554	3.774ns
Hata 1	4	104.463	26.116	
Sulama suyu	3	125.586	41.862	3.063ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	21.079	3.513	0.257ns
Hata	18	246.020	13.668	
Genel	35	810.859	23.167	

ns : önemsiz

4.5.2. Yaprak sayısı

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama yaprak sayıları Çizelge 4.11' de, bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12 ve 4.13' de, 2010 yılı için hazırlanan LSD testi sonuçları Çizelge 4.14' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konuları için her bitkide ölçülen ortalama yaprak sayıları denemenin birinci yılında 5 ile 7 arasında, ikinci yılında ise 5 ile 9 arasında değişmiştir.

Deneme konularından elde edilen yaprak sayıları arasındaki istatistiksel farklılığı belirleyebilmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, 2009 yılında önemli farklılıklar elde edilmezken, 2010 yılı için sulama suyu uygulamaları arasında $p < 0.01$ önemlilik düzeyinde farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığa göre yapılan LSD testi sonuçlarına göre, 8.22 yaprak sayısı ile A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarının % 125'

inin uygulandığı I₄ deneme konusu en yüksek grubu, 6.22 yaprak sayısına sahip ve buharlaşmanın % 50' sinin uygulandığı I₁ konusu en düşük grubu oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.11. Deneme konularına ilişkin ortalama yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	7	5	5	6	6	6	5	5
	I ₂	5	5	7	6	5	7	6	6
	I ₃	5	7	5	6	6	8	7	7
	I ₄	6	6	6	6	7	8	7	7
D ₁	I ₁	6	7	6	6	5	6	7	6
	I ₂	5	6	6	6	6	8	6	7
	I ₃	9	6	7	7	8	6	6	6
	I ₄	7	6	6	6	9	7	10	9
D ₂	I ₁	5	4	6	5	7	6	8	7
	I ₂	5	6	7	6	8	9	10	9
	I ₃	7	7	6	6	6	8	8	8
	I ₄	7	7	7	7	9	7	10	8

Çizelge 4.12. Yaprak sayısına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.222	0.111	0.400ns
Lateral derinliği	2	2.722	1.361	4.900ns
Hata 1	4	1.111	0.278	
Sulama suyu	3	5.556	1.852	1.852ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	5.944	0.991	0.991ns
Hata	18	18.000	1.000	
Genel	35	33.556	0.959	

ns : önemsiz

Çizelge 4.13. Yaprak sayısına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	2.667	1.333	0.727ns
Lateral derinliği	2	14.000	7.000	3.818ns
Hata 1	4	7.333	1.833	
Sulama suyu	3	18.333	6.111	5.893**
Lateral derinliği* sulama suyu	6	8.000	1.333	1.286ns
Hata	18	18.667	1.037	
Genel	35	69.000	1.971	

ns : önemsiz

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.14. Yaprak sayısına ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Yaprak sayısı adet/bitki	LSD grubu
2010	I ₄	8.22	A
	I ₂	7.22	B
	I ₃	7.00	BC
	I ₁	6.22	C
	LSD _{0.01}		0.960

4.6. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.6.1. Toplam pazarlanabilir verim

Deneme konularından elde edilen birim alan pazarlanabilir soğan verimleri her iki yıl için Çizelge 4.15' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, deneme konularından ilk yılda 12.73 ile 25.99 t/ha arasında, ikinci yılda ise 17.82 ile 32.31 t/ha arasında ilk yıla göre daha yüksek soğan verimleri elde edilmiştir. İkinci yıl elde edilen değerlerini, ilk yıla göre daha yüksek olması, farklı toprak ve iklim koşullarının neden olması şeklinde açıklanabilir. Bölge koşullarında daha önce Yarım İmrallı çeşidi üzerine yürütülen araştırmalarda da benzer verim değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir. Örneğin, Arın (1993)' de yürüttüğü araştırmada Tekirdağ koşullarında pazarlanabilir soğan verimlerini 25.09 ile 33.53 t/ha arasında elde ederken, Şener (1999)' da 17.29 ile 43.07 t/ha arasında elde etmiştir.

Deneme konuları arasındaki farklılıkları belirleyebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16 ve 4.17' de LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.18' de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Deneme konularına ilişkin toplam pazarlanabilir verim (t/ha) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	12.79	15.28	10.13	12.73	19.86	18.56	15.03	17.82
	I ₂	15.07	16.45	16.66	16.06	19.39	19.47	23.27	20.71
	I ₃	27.38	17.53	13.42	19.44	19.70	25.49	25.67	23.62
	I ₄	20.04	17.09	18.91	18.68	26.46	27.74	22.77	25.66
D ₁	I ₁	17.62	16.87	13.96	16.08	20.63	20.50	18.25	19.77
	I ₂	15.10	21.10	20.35	18.85	25.17	18.55	19.27	21.00
	I ₃	21.51	27.85	24.42	24.59	16.97	20.73	33.93	23.88
	I ₄	16.28	25.78	21.56	21.21	19.41	22.51	28.03	23.32
D ₂	I ₁	16.66	14.52	14.22	15.13	28.88	19.14	31.99	26.67
	I ₂	20.50	15.78	17.15	17.81	21.22	33.86	27.31	27.46
	I ₃	21.98	23.90	18.81	21.57	23.56	24.32	19.93	22.60
	I ₄	22.08	26.71	29.20	25.99	34.81	21.69	40.42	32.31

Araştırmada lateral derinliği deneme konuları kendi aralarında incelendiğinde, 2009 yılında en yüksek soğan verimi 20.18 t/ha ile laterallerin 10 cm derinliğe yerleştirildiği D₁ konusundan, en düşük soğan verimin ise laterallerin yüzeyde olduğu D₀ konusundan elde edildiği görülmüştür. Fakat 2009 yılı için lateral derinlikleri arasında toplam pazarlanabilir verim açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar elde edilmemiştir. Denemenin ikinci yılında ise lateral derinliği arttıkça verim değerlerinin arttığı ve aradaki farklılıkların istatistiksel olarak $p < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan LSD testi sonuçlarına göre laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği D₂ konusu ilk grubu oluşturulurken, D₀ ve D₁ deneme konuları en düşük grubu oluşturmuştur.

Elde edilen sonuçlar, daha önce yürütülen çalışmalar ile de benzerlik taşımaktadır. Öyle ki, Patel ve Rajput (2009), Hindistan' da yürüttükleri araştırmada, toprakaltı damla sulama sistemi ile suladıkları soğan bitkisinde en yüksek verimi laterallerin 10 cm derinliğe yerleştirdikleri deneme konusundan elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Deneme yıllarında, sulama suyu uygulamaları açısından en yüksek soğan verimleri, 21.96 t/ha (2009) ve 27.07 t/ha (2010) ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen değerlerin % 125' inin uygulandığı I₄ deneme konusundan elde edilmiştir. Ayrıca, her iki yılda da uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Bu değerlere göre yapılan varyans analizine göre, sulama uygulamaları arasında sadece 2009 yılında istatistiksel açıdan p < 0.05 önemlilik düzeyinde farklar elde edilmiştir. LSD testi sonuçlarına göre, I₄ ve I₃ deneme konuları birinci grubu, I₂ ve I₁ deneme konuları ikinci grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.16. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	16.614	8.307	0.466ns
Lateral derinliği	2	93.888	46.944	2.635ns
Hata 1	4	71.257	17.814	
Sulama suyu	3	341.489	113.830	11.199**
Lateral derinliği * sulama suyu	6	58.985	9.831	0.967ns
Hata	18	182.952	10.164	
Genel	35	765.185	21.862	

ns : önemsiz

** : p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.17. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	55.846	27.923	2.156ns
Lateral derinliği	2	223.673	111.837	8.637*
Hata 1	4	51.797	12.949	
Sulama suyu	3	154.823	51.608	1.709ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	126.650	21.108	0.699ns
Hata	18	543.458	30.192	
Genel	35	1156.248	33.036	

ns : önemsiz

* : p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.18. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Ortalama pazarlanabilir verim (t/ha)	LSD grubu
2009	I ₄	21.96	A
	I ₃	21.87	A
	I ₂	17.57	B
	I ₁	14.65	B
	LSD _{0.01}		3.006
2010	D ₂	27.26	A
	D ₁	22.00	B
	D ₀	21.95	B
	LSD _{0.05}		4.078

Ayrıca, yöntem kısmında da açıklandığı gibi, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere sulama suyu uygulanmayan deneme parselleri oluşturulmuştur. Bu parsellerden 2009 yılında 9.65, 9.08 ve 10.28 t/ha olmak üzere ortalama 9.67 t/ha, 2010 yılında ise 10.28, 11.15 ve 12.78 t/ha olmak üzere 11.40 t/ha toplam pazarlanabilir verim değerleri elde edilmiştir.

4.6.2. Baş ağırlığı

Deneme konularından 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama birim baş ağırlıkları Çizelge 4.19' da, bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20 ve 4.21' de ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.22' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama baş ağırlıkları 50.93 ile 103.98 g, ikinci yılında ise 71.25 ile 129.22 g arasında değişmiştir. Elde edilen değerler, bölge koşullarında daha önce Yarım İmrallı çeşidi üzerine yürütülen araştırmalar ile paralellik göstermektedir (Arın 1993, Şener 1999).

Baş ağırlıkları arasında yapılan varyans analizi sonucunda, denemenin ilk yılında uygulanan sulama suyu miktarları, denemenin ikinci yılında ise lateral derinlikleri arasında istatistiksel olarak önemlilik düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça, birim soğan baş ağırlığı değerleri de artmıştır. LSD testi sonuçlarına göre, I₄ ve I₃ deneme konuları birinci grubu, I₂ ve I₁ deneme konuları ise ikinci grubu oluşturmuştur. Denemenin ikinci yılında ise, lateral derinliği arttıkça birim soğan

baş ağırlıkları artmış ve D₂ deneme konusu üst grubu oluştururken, D₁ ile D₀ deneme konuları alt grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.19. Deneme konularına ilişkin baş ağırlığı (g) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	51.16	61.12	40.52	50.93	79.42	74.22	60.12	71.25
	I ₂	60.27	65.78	66.62	64.22	77.55	77.87	93.10	82.84
	I ₃	109.53	70.11	53.70	77.78	78.81	101.95	102.69	94.48
	I ₄	80.18	68.34	75.63	74.72	105.85	110.95	91.10	102.63
D ₁	I ₁	70.49	67.48	55.84	64.60	82.53	82.00	73.00	79.18
	I ₂	60.39	84.41	81.39	75.40	100.69	74.18	77.10	83.99
	I ₃	86.02	111.40	97.68	98.37	67.86	82.94	135.71	95.50
	I ₄	65.13	103.12	86.24	84.83	77.65	90.04	112.11	93.27
D ₂	I ₁	66.64	58.08	56.89	60.54	115.51	76.55	127.95	106.67
	I ₂	82.00	63.12	68.58	71.23	84.89	135.43	109.23	109.85
	I ₃	87.92	95.61	75.25	86.26	94.25	97.28	79.71	90.41
	I ₄	88.31	106.84	116.78	103.98	139.22	86.76	161.69	129.22

Çizelge 4.20. Baş ağırlığına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	271.504	135.752	0.471ns
Lateral derinliği	2	1510.191	755.095	2.620ns
Hata 1	4	1152.633	288.158	
Sulama suyu	3	5435.929	1811.976	11.193**
Lateral derinliği * sulama suyu	6	944.071	157.345	0.972ns
Hata	18	2913.802	161.878	
Genel	35	12228.131	349.375	

ns : önemsiz

** : p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.21. Baş ağırlığına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	894.582	447.291	2.163ns
Lateral derinliği	2	3577.368	1788.684	8.650*
Hata 1	4	827.172	206.793	
Sulama suyu	3	2478.553	826.184	1.710ns
Lateral derinliği* sulama suyu	6	2026.395	337.732	0.699ns
Hata	18	8694.332	483.018	
Genel	35	18498.402	528.526	

ns : önemsiz

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.22. Baş ağırlığına ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Birim baş ağırlığı (g)	LSD grubu
2009	I ₄	87.84	A
	I ₃	87.47	A
	I ₂	70.28	B
	I ₁	58.91	B
	LSD _{0.01}		11.995
2010	D ₂	109.04	A
	D ₁	87.98	B
	D ₀	87.80	B
	LSD _{0.05}		16.297

4.6.3. Baş boyu

Deneme konularından 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama baş boyları Çizelge 4.23' de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24 ve 4.25' de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında deneme konuları arasında ortalama baş boyları 51.71 ile 65.39 mm, ikinci yılında ise 53.08 ile 60.73 mm arasında değişmiştir. Her iki araştırma yılında da en yüksek baş boyu D₂I₄ deneme konusundan elde edilmesine karşın, deneme konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık

görülmemiştir. Bu sonuç, gerek farklı lateral derinliği gerekse farklı sulama suyu uygulamalarının baş boyu üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.23. Deneme konularına ilişkin baş boyu (mm) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	48.35	58.22	48.57	51.71	58.25	54.10	56.50	56.28
	I ₂	48.17	59.34	56.74	54.75	56.65	48.15	72.25	59.02
	I ₃	65.94	62.24	54.15	60.78	48.20	60.50	60.30	56.33
	I ₄	61.38	55.44	58.40	58.41	52.55	59.05	48.25	53.28
D ₁	I ₁	60.30	62.21	40.09	54.20	56.60	50.00	52.65	53.08
	I ₂	52.05	60.50	60.91	57.82	60.20	48.35	58.60	55.72
	I ₃	53.79	61.15	65.85	60.26	55.25	56.85	64.30	58.80
	I ₄	52.40	61.71	56.95	57.02	54.45	52.15	60.40	55.67
D ₂	I ₁	56.43	45.44	55.27	52.38	50.47	55.75	65.70	57.31
	I ₂	58.53	51.00	55.01	54.85	57.80	63.75	54.35	58.63
	I ₃	60.91	62.22	55.72	59.62	60.20	50.35	58.50	56.35
	I ₄	59.77	69.39	67.02	65.39	56.25	59.85	66.10	60.73

Çizelge 4.24. Baş boyuna ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	59.181	29.591	1.316ns
Lateral derinliği	2	16.351	8.175	0.364ns
Hata 1	4	89.917	22.479	
Sulama suyu	3	361.445	120.482	3.029ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	134.741	22.457	0.565ns
Hata	18	716.028	39.779	
Genel	35	1377.662	39.362	

ns : önemsiz

Çizelge 4.25. Baş boyuna ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	170.980	85.490	6.678ns
Lateral derinliği	2	40.908	20.454	1.598ns
Hata 1	4	51.211	12.803	
Sulama suyu	3	24.338	8.113	0.208ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	106.700	17.783	0.456ns
Hata	18	701.281	38.960	
Genel	35	1095.418	31.298	

ns : önemsiz

4.6.4. Baş eni

Deneme konularından 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama baş enleri Çizelge 4.26' da, değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27 ve 4.28' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.29' da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama baş enleri 45.10 ile 59.77 mm, ikinci yılında ise 48.98 ile 64.15 mm arasında elde edilmiştir.

Baş enleri arasında yapılan varyans analizi sonucunda, denemenin ilk yılında uygulanan sulama suyu miktarları, denemenin ikinci yılında ise lateral derinlikleri arasında $p < 0.05$ önemlilik düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında, sulama suyu uygulamaları konuları arasında I_3 ve I_4 deneme konuları en üst LSD grubunu oluştururken, I_2 ve I_1 deneme konuları en alt grubu LSD grubunu oluşturmuştur. Diğer yandan denemenin ikinci yılında, lateral derinlikleri arasında, en üst baş eni LSD grubunu D_2 deneme konusu oluştururken, D_0 ve D_1 en alt LSD grubunu oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.26. Deneme konularına ilişkin baş eni (mm) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	46.67	59.11	38.00	47.92	52.15	50.75	50.55	51.15
	I ₂	51.02	52.49	52.03	51.84	51.45	56.75	61.40	56.53
	I ₃	62.29	52.73	47.21	54.08	56.95	57.40	57.75	57.37
	I ₄	55.77	51.23	54.00	53.67	64.30	60.60	61.45	62.12
D ₁	I ₁	51.17	53.16	30.98	45.10	53.35	46.00	47.60	48.98
	I ₂	48.83	55.89	55.94	53.55	56.10	53.95	51.55	53.87
	I ₃	55.19	66.01	56.94	59.38	48.70	54.00	65.50	56.07
	I ₄	51.32	60.31	56.02	55.88	53.80	55.90	61.45	57.05
D ₂	I ₁	58.64	37.27	48.44	48.12	66.45	51.50	62.55	60.17
	I ₂	59.17	42.30	51.23	50.90	54.45	64.95	63.85	61.08
	I ₃	58.51	58.54	53.52	56.85	55.70	58.75	50.80	55.08
	I ₄	56.43	59.66	63.23	59.77	69.70	52.45	70.30	64.15

Çizelge 4.27. Baş enine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	110.760	55.380	0.693ns
Lateral derinliği	2	25.520	13.760	0.172ns
Hata 1	4	319.801	79.950	
Sulama suyu	3	560.301	186.767	4.332*
Lateral derinliği * sulama suyu	6	99.974	16.662	0.386ns
Hata	18	776.001	43.111	
Genel	35	1894.357	54.124	

ns : önemsiz

* : p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.28. Baş enine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	53.101	26.550	2.749ns
Lateral derinliği	2	189.282	94.461	9.800*
Hata 1	4	38.628	9.657	
Sulama suyu	3	224.815	74.938	2.407ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	160.718	26.786	0.860ns
Hata	18	560.346	31.130	
Genel	35	1226.890	35.054	

ns : önemsiz

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.29. Baş enine ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Baş eni (mm)	LSD grubu
2009	I ₃	56.77	A
	I ₄	56.44	A
	I ₂	52.10	AB
	I ₁	47.05	B
	LSD _{0.05}		6.503
2010	D ₂	59.61	A
	D ₀	56.79	B
	D ₁	53.99	B
	LSD _{0.05}		3.522

4.7. Kalite Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.7.1. Kuru madde içeriği

Araştırma parsellerinde 2009 ve 2010 yıllarında soğanda elde edilen kuru madde içerikleri Çizelge 4.30' da verilmiştir. Deneme konularından elde edilen kuru madde içerikleri denemenin ilk yılında % 12.65 ile 15.04 arasında, ikinci yılında ise % 10.62 ile 18.70 arasında değişmektedir. Elde edilen değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31 ve 4.32' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.33' de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Deneme konularına ilişkin kuru madde içeriği (%) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	14.69	15.00	14.26	14.65	12.50	13.33	12.12	12.65
	I ₂	12.12	14.70	11.13	12.65	11.54	10.53	11.54	11.20
	I ₃	11.65	14.83	16.00	14.16	18.75	16.67	19.60	18.34
	I ₄	15.30	14.95	14.87	15.04	12.50	9.37	10.00	10.62
D ₁	I ₁	14.63	14.17	15.12	14.64	10.34	14.29	13.79	12.81
	I ₂	15.65	14.15	13.98	14.59	15.28	17.39	16.00	16.22
	I ₃	13.57	12.08	15.50	13.72	13.04	12.50	17.65	14.40
	I ₄	12.30	11.80	12.64	12.25	15.28	16.13	10.71	14.04
D ₂	I ₁	15.11	15.81	13.25	14.72	17.14	13.81	19.05	16.67
	I ₂	13.81	14.38	13.92	14.04	19.15	15.28	17.39	17.27
	I ₃	14.17	15.65	13.17	14.33	18.75	17.86	19.50	18.70
	I ₄	12.77	18.59	13.67	15.01	12.50	13.33	17.39	14.41

Denemenin ilk yılında, lateral derinlikleri, sulama suyu uygulamaları ve lateral derinliği ile sulama suyu uygulamaları interaksyonunda, kuru madde içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar elde edilmemiştir. Denemenin ikinci yılında ise, kuru madde miktarları açısından lateral derinlikleri arasında $p < 0.05$, sulama suyu uygulamaları arasında $p < 0.01$ ve lateral derinliği ile sulama suyu uygulamaları interaksyonunda $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli farklar elde edilmiştir. LSD testi sonuçlarına göre, lateral derinlikleri açısından D_2 deneme konusu, sulama suyu uygulamaları açısından I_3 deneme konusu ve interaksyon açısından D_2I_3 deneme konusu üst grupları oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.31. Kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	5.108	2.554	0.568ns
Lateral derinliği	2	3.172	1.586	0.353ns
Hata 1	4	17.793	4.493	
Sulama suyu	3	3.896	1.299	0.805ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	18.891	3.148	1.952ns
Hata	18	29.033	1.613	
Genel	35	78.073	2.231	

ns : önemsiz

Çizelge 4.32. Kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	8.501	4.250	0.779ns
Lateral derinliği	2	79.013	39.506	7.239*
Hata 1	4	21.830	5.457	
Sulama suyu	3	83.226	27.742	8.012**
Lateral derinliği * sulama suyu	6	75.544	12.591	3.636*
Hata	18	62.327	3.463	
Genel	35	330.440	9.441	

ns : önemsiz

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.33. Kuru madde içeriğine ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Kuru madde içeriği (%)	LSD grubu
2010	D ₂	16.76	A
	D ₁	14.37	AB
	D ₀	13.04	B
	LSD _{0.05}		2.648
	I ₃	17.15	A
	I ₂	14.90	B
	I ₁	14.04	BC
	I ₄	13.02	C
	LSD _{0.01}		1.754
	D ₂ I ₃	18.70	A
	D ₀ I ₃	18.34	A
	D ₂ I ₂	17.27	AB
	D ₂ I ₁	16.67	ABC
	D ₁ I ₂	16.22	ABC
	D ₂ I ₄	14.41	BCDE
	D ₁ I ₃	14.40	BCDE
	D ₁ I ₄	14.04	CDE
	D ₁ I ₁	12.81	DEF
	D ₀ I ₁	12.65	DEF
	D ₀ I ₂	11.20	EF
D ₀ I ₄	10.62	F	
LSD _{0.05}		3.192	

4.7.2. Suda eriyebilir kuru madde içeriği

Denemenin yürütüldüğü 2009 ve 2010 yılları için elde edilen suda eriyebilir kuru madde içerikleri Çizelge 4.34' de, değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35 ve 4.36' da, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.37' de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, suda eriyebilir kuru madde içerikleri denemenin birinci yılında % 8.77 ile 12.90 arasında, denemenin ikinci yılında ise % 13.13 ile 16.20 arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlar, aynı bölge ve çeşit koşullarında yürütülen araştırmalardan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir (Arın 1993, Şener 1999). Deneme konuları arasında yapılan varyans analizi sonucunda, sadece 2009 yılında sulama suyu konuları arasında istatistiksel açıdan $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar elde edilmiştir. LSD testi sonuçlarına göre ise I₁ deneme konusu hariç diğer sulama konuları en üst grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.34. Deneme konularına ilişkin suda eriyebilir kuru madde içeriği (%) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	11.00	8.00	9.00	9.33	14	16	9.4	13.13
	I ₂	10.50	13.00	11.20	11.57	15.6	15.4	16.4	15.80
	I ₃	10.40	11.20	10.50	10.70	19.1	13.4	13	15.17
	I ₄	11.80	12.80	10.33	11.64	18	13.2	14.8	15.33
D ₁	I ₁	9.40	12.00	9.50	10.30	17	15.3	15.6	15.97
	I ₂	11.00	14.50	11.20	12.23	16.1	16.8	15.5	16.13
	I ₃	11.00	13.20	14.50	12.90	15.4	14.6	16.2	15.40
	I ₄	10.00	11.20	10.62	10.61	13.8	14	13.2	13.67
D ₂	I ₁	9.00	8.80	8.50	8.77	15.4	13.1	16	14.83
	I ₂	11.00	10.50	8.50	10.00	13.2	17	15	15.07
	I ₃	10.50	10.50	10.50	10.50	15	15.8	14.2	15.00
	I ₄	10.00	12.50	16.00	12.83	14.6	19	15	16.20

Çizelge 4.35. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	6.748	3.374	1.744ns
Lateral derinliği	2	6.163	3.082	1.593ns
Hata 1	4	7.739	1.935	
Sulama suyu	3	27.255	9.085	4.325*
Lateral derinliği * sulama suyu	6	23.419	3.903	1.858ns
Hata	18	37.813	2.101	
Genel	35	109.138	3.118	

ns : önemsiz

* : p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.36. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	7.385	3.693	0.695ns
Lateral derinliği	2	1.447	0.723	0.136ns
Hata 1	4	21.238	5.310	
Sulama suyu	3	4.776	1.592	0.484ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	22.731	3.789	1.151ns
Hata	18	59.230	3.291	
Genel	35	116.807	3.337	

ns : önemsiz

Çizelge 4.37. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Suda eriyebilir kuru madde içeriği (%)	LSD grubu
2009	I ₄	11.69	A
	I ₃	11.37	A
	I ₂	11.27	A
	I ₁	9.47	B
	LSD _{0.05}		1.436

4.7.3. pH düzeyi

Deneme konularından 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen pH değerleri Çizelge 4.38' de, değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39 ve 4.40' da, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.41' de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, 2009 yılında ortalama pH düzeyleri 5.32 ile 5.61, 2010 yılında ise 5.59 ile 5.77 arasında elde edilmiştir. Denemenin birinci yılında, lateral derinlikleri arasında $p < 0.05$, sulama suyu uygulamaları arasında $p < 0.01$ ve lateral derinliği ile sulama suyu uygulamaları interaksiyonunda $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli farklar elde edilmiştir. LSD testi sonuçlarına göre, lateral derinlikleri açısından D₀ ve D₂ deneme konusu, sulama suyu uygulamaları açısından I₁ ve I₂ deneme konusu ve interaksiyon açısından ise D₂I₂ deneme konusu üst grupları oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.38. Deneme konularına ilişkin pH değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	5.66	5.49	5.64	5.60	5.67	5.84	5.8	5.77
	I ₂	5.61	5.67	5.47	5.58	5.68	5.68	5.63	5.66
	I ₃	5.55	5.37	5.44	5.45	5.64	5.69	5.76	5.70
	I ₄	5.61	5.58	5.61	5.60	5.72	5.54	5.63	5.59
D ₁	I ₁	5.65	5.44	5.57	5.55	5.65	5.71	5.73	5.70
	I ₂	5.52	5.61	5.49	5.54	5.61	5.75	5.71	5.69
	I ₃	5.48	5.48	5.45	5.47	5.64	5.73	5.73	5.70
	I ₄	5.34	5.29	5.33	5.32	5.66	5.67	5.61	5.64
D ₂	I ₁	5.54	5.64	5.56	5.58	5.84	5.72	5.71	5.76
	I ₂	5.58	5.61	5.63	5.61	5.63	5.69	5.76	5.69
	I ₃	5.55	5.56	5.45	5.52	5.73	5.61	5.73	5.69
	I ₄	5.53	5.43	5.4	5.45	5.62	5.72	5.78	5.71

Çizelge 4.39. pH düzeyine ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.012	0.006	2.730ns
Lateral derinliği	2	0.056	0.028	13.283*
Hata 1	4	0.008	0.002	
Sulama suyu	3	0.094	0.031	6.953**
Lateral derinliği * sulama suyu	6	0.085	0.014	3.157*
Hata	18	0.081	0.005	
Genel	35	0.336	0.010	

ns : önemsiz

* : p<0.05 düzeyinde önemli

** : p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.40. pH düzeyine ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.010	0.005	1.810ns
Lateral derinliği	2	0.005	0.003	0.952ns
Hata 1	4	0.011	0.003	
Sulama suyu	3	0.031	0.010	2.243ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	0.015	0.003	0.559ns
Hata	18	0.083	0.005	
Genel	35	0.156	0.004	

ns : önemsiz

Çizelge 4.41. pH düzeyine ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	pH	LSD grubu
2009	D ₀	5.56	A
	D ₂	5.55	A
	D ₁	5.47	B
	LSD _{0.05}		0.052
	I ₁	5.58	A
	I ₂	5.58	A
	I ₃	5.49	B
	I ₄	5.46	B
	LSD _{0.01}		0.063
	D ₂ I ₂	5.61	A
	D ₀ I ₁	5.60	A
	D ₀ I ₄	5.60	A
	D ₀ I ₂	5.58	AB
	D ₂ I ₁	5.58	AB
	D ₁ I ₁	5.55	ABC
	D ₁ I ₂	5.54	ABC
	D ₂ I ₃	5.54	ABC
	D ₁ I ₃	5.47	BC
	D ₂ I ₄	5.47	BC
	D ₀ I ₃	5.45	C
D ₁ I ₄	5.32	D	
LSD _{0.05}		0.121	

4.7.4. Protein miktarı

Araştırmanın yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarında farklı lateral derinlikleri ve sulama suyu uygulaması içeren deneme parsellerinden alınan ürünler üzerinde yapılan analizlerde belirlenen protein miktarları Çizelge 4.42’ de verilmiştir. Elde edilen protein içerikleri ilk yılda % 1.18 ile 1.83, ikinci yılda ise % 0.99 ile 1.31 arasında değişmiştir. Deneme konularına göre ortaya çıkan farklılığın belirlenmesi için gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43 ve 4.44’ de, farklılık gösteren konuların gruplandırılmasında kullanılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.45’ de verilmiştir.

Protein miktarları arasında denemenin birinci yılında sadece lateral derinliği ile sulama suyu uygulamaları interaksiyonunda $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli farklar elde edilmiştir. LSD testi sonuçlarına göre, D_0I_3 deneme konusu en üst grubları oluştururken, D_2I_3 ve D_0I_4 deneme konuları en alt grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.42. Deneme konularına ilişkin protein miktarı (%) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D_0	I_1	1.44	1.46	1.28	1.39	1.14	1.03	0.94	1.04
	I_2	1.72	1.70	1.97	1.80	1.06	1.12	1.54	1.24
	I_3	1.91	1.57	2.02	1.83	1.63	1.09	1.15	1.29
	I_4	1.27	1.08	1.18	1.18	1.01	0.79	1.17	0.99
D_1	I_1	1.40	1.47	1.27	1.38	1.13	0.95	1.03	1.04
	I_2	1.26	1.52	1.49	1.42	1.33	1.10	1.10	1.18
	I_3	1.30	1.70	1.38	1.46	0.93	1.19	1.03	1.05
	I_4	1.85	1.56	1.70	1.70	1.37	1.35	1.10	1.27
D_2	I_1	1.23	1.67	1.59	1.50	1.31	1.28	1.34	1.31
	I_2	1.63	1.73	1.46	1.61	1.19	0.93	1.55	1.22
	I_3	1.25	1.15	1.26	1.22	1.37	1.05	1.49	1.30
	I_4	1.32	1.35	1.43	1.37	0.95	1.68	1.08	1.24

Çizelge 4.43. Protein miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.010	0.005	0.182ns
Lateral derinliği	2	0.098	0.049	1.818ns
Hata 1	4	0.108	0.027	
Sulama suyu	3	0.219	0.073	3.059ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	1.136	0.189	7.937**
Hata	18	0.429	0.024	
Genel	35	1.999	0.057	

ns : önemsiz

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.44. Protein miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.046	0.023	0.627ns
Lateral derinliği	2	0.139	0.069	1.876ns
Hata 1	4	0.148	0.037	
Sulama suyu	3	0.047	0.016	0.288ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	0.281	0.047	0.894ns
Hata	18	0.944	0.052	
Genel	35	1.606	0.046	

ns : önemsiz

Çizelge 4.45. Protein miktarına ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Protein miktarı (%)	LSD grubu
2009	D ₀ I ₃	1.83	A
	D ₀ I ₂	1.80	AB
	D ₁ I ₄	1.70	ABC
	D ₂ I ₂	1.61	ABC
	D ₂ I ₁	1.50	ABCD
	D ₁ I ₃	1.46	BCD
	D ₁ I ₂	1.42	CD
	D ₀ I ₁	1.39	CD
	D ₁ I ₁	1.38	CD
	D ₂ I ₄	1.37	CD
	D ₂ I ₃	1.22	D
	D ₀ I ₄	1.18	D
	LSD _{0.01}		

4.7.5. Toplam şeker miktarı

Deneme konularında 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen toplam şeker miktarları Çizelge 4.46’ da, değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.47 ve 4.48’ de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.49’ da verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında toplam şeker miktarları % 7.92 - 13.17, ikinci yılında ise % 8.83 – 13.29 arasında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, denemenin ilk yılında uygulanan lateral derinlikleri, denemenin ikinci yılında ise lateral derinlikleri * sulama suyu interaksiyonunda $p < 0.05$ önemlilik düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında, lateral derinlikleri arasında D₂ deneme konuları en üst LSD grubunu oluştururken, D₀ deneme konusu en alt LSD grubunu oluşturmuştur. Diğer yandan denemenin ikinci yılında, lateral derinlikleri * sulama suyu interaksiyonunda, en üst toplam şeker miktarı LSD grubunu D₂I₂ deneme konusu oluştururken, D₁I₁, D₀I₃, D₀I₂, D₂I₃, D₁I₄ deneme konuları alt LSD grubunu oluşturmuştur.

Çizelge 4.46. Deneme konularına ilişkin toplam şeker miktarı (%) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	9.57	7.44	11.82	9.61	9.57	10.31	11.17	10.35
	I ₂	9.80	7.73	9.80	9.11	10.58	9.57	8.55	9.57
	I ₃	7.05	9.57	9.35	8.66	9.14	8.93	10.86	9.64
	I ₄	10.58	8.74	9.68	9.67	12.97	14.89	10.58	12.81
D ₁	I ₁	10.05	11.49	12.97	11.50	11.49	8.20	10.05	9.91
	I ₂	9.80	10.58	10.58	10.32	11.17	8.74	11.82	10.58
	I ₃	8.93	6.80	8.04	7.92	11.82	10.86	10.31	11.00
	I ₄	10.05	11.17	10.62	10.61	7.18	8.74	10.58	8.83
D ₂	I ₁	9.57	11.17	11.17	10.63	8.04	11.82	10.86	10.24
	I ₂	11.82	10.31	9.14	10.42	13.40	12.70	13.78	13.29
	I ₃	9.80	16.75	12.97	13.17	11.17	8.93	7.73	9.28
	I ₄	9.57	6.18	12.56	9.44	11.82	8.88	11.49	10.73

Çizelge 4.47. Toplam şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	7.346	3.673	3.692ns
Lateral derinliği	2	16.467	8.234	8.277*
Hata 1	4	3.979	0.995	
Sulama suyu	3	2.937	0.979	0.274ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	42.956	7.159	2.007ns
Hata	18	64.211	3.567	
Genel	35	137.896	3.940	

ns : önemsiz

* : p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.48. Toplam şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	1.691	0.846	0.648ns
Lateral derinliği	2	3.986	1.993	1.528ns
Hata 1	4	5.219	1.305	
Sulama suyu	3	8.006	2.669	1.061ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	47.314	7.886	3.135*
Hata	18	45.279	2.515	
Genel	35	111.495	3.186	

ns : önemsiz

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.49. Toplam şeker miktarına ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	Toplam şeker miktarları (%)	LSD grubu
2009	D ₂	10.92	A
	D ₁	10.09	AB
	D ₀	9.26	B
	LSD _{0.05}		1.130
2010	D ₂ I ₂	13.29	A
	D ₀ I ₄	12.81	AB
	D ₁ I ₃	11.00	ABC
	D ₂ I ₄	10.73	ABC
	D ₁ I ₂	10.58	ABC
	D ₀ I ₁	10.35	BC
	D ₂ I ₁	10.24	BC
	D ₁ I ₁	9.91	C
	D ₀ I ₃	9.64	C
	D ₀ I ₂	9.57	C
	D ₂ I ₃	9.28	C
	D ₁ I ₄	8.83	C
	LSD _{0.05}		2.72

4.7.6. İvert şeker miktarı

Deneme konularından 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen invert şeker miktarları Çizelge 4.50' de, bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.51 ve 4.52' de ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.53' de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında invert şeker miktarları % 1.83 ile 2.79, ikinci yılında ise % 1.48 ile 4.84 arasında değişmiştir. Elde edilen değerler, bölge koşullarında daha önce Yarım İmrallı çeşidi üzerine yürütülen araştırmalar ile paralellik göstermektedir (Arın 1993).

Çizelge 4.50. Deneme konularına ilişkin invert şeker miktarı (%) değerleri

Deneme konuları		2009 Yılı				2010 Yılı			
		Bloklar				Bloklar			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
D ₀	I ₁	2.21	2.21	2.45	2.29	1.30	2.05	2.96	2.10
	I ₂	2.23	1.60	2.01	1.95	2.75	2.26	2.45	2.49
	I ₃	2.96	2.42	2.54	2.64	2.16	2.36	2.36	2.30
	I ₄	3.00	1.60	2.31	2.30	1.56	3.53	2.58	2.55
D ₁	I ₁	1.26	1.60	3.47	2.11	1.86	1.18	1.41	1.48
	I ₂	2.87	2.09	3.30	2.75	2.01	2.01	2.16	2.06
	I ₃	2.22	1.75	1.56	1.84	4.90	1.90	2.01	2.94
	I ₄	0.74	3.05	1.90	1.90	3.25	2.83	2.54	2.88
D ₂	I ₁	2.75	2.91	2.72	2.79	3.65	5.05	4.37	4.36
	I ₂	1.61	2.75	1.99	2.12	2.87	5.74	4.56	4.39
	I ₃	2.51	1.97	3.87	2.78	2.09	1.68	1.73	1.83
	I ₄	1.76	1.99	1.75	1.83	5.91	4.37	4.23	4.84

Yapılan varyans analizi sonucunda, invert şeker miktarları arasında denemenin ikinci yılında lateral derinlikleri ile lateral derinliği ile sulama suyu interaksyonunda $p < 0.05$ önemlilik düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir. Lateral derinlikleri arasında, LSD testi sonuçlarına göre, D₂ deneme konusu en üst grubu, D₀ ve D₁ deneme konuları ise en alt grubu oluşturmuştur. Lateral derinliği ile sulama suyu interaksyonunda, en üst invert şeker miktarı LSD grubunu D₂I₄, D₂I₂, D₂I₁ deneme konuları oluştururken, D₁I₁ deneme konusu ise en alt LSD grubunu oluşturmuştur.

Çizelge 4.51. İvert şeker miktarına ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.821	0.410	1.017ns
Lateral derinliği	2	0.326	0.163	0.405ns
Hata 1	4	1.613	0.403	
Sulama suyu	3	0.958	0.319	0.711ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	3.440	0.573	1.277ns
Hata	18	8.082	0.449	
Genel	35	15.240	0.435	

ns : önemsiz

Çizelge 4.52. İvert şeker miktarına ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.108	0.054	0.049ns
Lateral derinliği	2	18.123	9.062	8.258*
Hata 1	4	4.389	1.097	
Sulama suyu	3	5.675	1.892	2.779ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	15.825	2.637	3.875*
Hata	18	12.252	0.681	
Genel	35	56.372	1.611	

ns : önemsiz

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.53. İvert şeker miktarına ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	İvert şeker miktarı (%)	LSD grubu
2010	D ₂	3.85	A
	D ₀	2.36	B
	D ₁	2.34	B
	LSD _{0.05}		1.187
	D ₂ I ₄	4.84	A
	D ₂ I ₂	4.39	A
	D ₂ I ₁	4.36	AB
	D ₁ I ₃	2.94	BC
	D ₁ I ₄	2.88	CD
	D ₀ I ₄	2.55	CD
	D ₀ I ₂	2.49	CD
	D ₀ I ₃	2.30	CD
	D ₀ I ₁	2.10	CD
	D ₁ I ₂	2.06	CD
	D ₂ I ₃	1.83	CD
	D ₁ I ₁	1.48	D
	LSD _{0.05}		1.416

4.8. Sulama Suyu ve Su Kullanım Randımanlarına İlişkin 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 (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) sonuçları Çizelge 4.54' de verilmiştir.

IWUE değerleri denemenin ilk yılında 1.57 ile 3.99 kg/m³, ikinci yıl ise 3.49 ile 10.50 kg/m³ arasında değişmiştir. Her iki deneme yılı için IWUE değerleri arasında yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.55 ve 4.56' da, LSD testi sonuçları ise 4.57' de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, denemenin ilk yılında IWUE değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar elde edilemezken, denemenin ikinci yılında özellikle lateral derinlikleri arasında $p < 0.05$ önemlilik düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir. Lateral derinlikleri arasında IWUE değerleri incelendiğinde ise, en üst LSD grubunu laterallerin 20 cm' ye yerleştirildiği D₂ konusunun ön plana çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.54. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri (kg/m³)

Deneme konuları		2009 yılı		2010 yılı	
		IWUE	WUE	IWUE	WUE
D ₀	I ₁	1.57	2.94	4.41	4.41
	I ₂	2.25	3.16	4.42	4.40
	I ₃	2.61	3.35	4.43	4.29
	I ₄	1.94	2.61	4.18	4.43
D ₁	I ₁	3.29	3.88	5.77	5.00
	I ₂	3.23	3.76	4.55	4.60
	I ₃	3.99	4.25	4.52	4.63
	I ₄	2.49	3.10	3.49	4.08
D ₂	I ₁	2.80	4.49	10.50	6.86
	I ₂	2.86	3.60	7.62	6.54
	I ₃	3.18	3.78	4.06	4.45
	I ₄	3.52	3.74	6.13	5.67

Çizelge 4.55. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	2.307	1.154	0.9331ns
Lateral derinliği	2	9.509	4.754	3.844ns
Hata 1	4	4.947	1.237	
Sulama suyu	3	2.576	0.859	0.926ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	3.551	0.592	0.638ns
Hata	18	16.692	0.927	
Genel	35	39.582	1.131	

ns : önemsiz

Çizelge 4.56. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	6.726	3.363	1.636ns
Lateral derinliği	2	53.314	26.657	12.970*
Hata 1	4	8.221	2.055	
Sulama suyu	3	36.759	12.253	2.093ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	38.238	6.388	1.091ns
Hata	18	105.367	5.854	
Genel	35	248.717	7.106	

ns : önemsiz

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.57. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	IWUE (kg/m^3)	LSD grubu
2010	D ₂	7.04	A
	D ₁	4.58	B
	D ₀	4.35	B
	LSD _{0.05}		1.625

WUE değerleri deneme konuları arasında 2009 yılında 2.61 ile 4.49 kg/m^3 arasında, 2010 yılında ise 4.08 ile 6.86 kg/m^3 arasında değişmiştir. WUE değerleri arasında yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.58 ve 4.59' da, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.60' da verilmiştir. Varyans analizi tablolarından görüleceği gibi, sadece denemenin ikinci yılında lateral derinlikleri arasında WUE değerleri $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar elde edilmiştir. Bu değerlere göre yapılan LSD testi sonuçlarına göre, lateral derinlikleri açısından laterallerin 20 cm' e yerleştirildiği D₂ deneme konusu en üst grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.58. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin 2009 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.673	0.337	0.671ns
Lateral derinliği	2	5.424	2.712	5.407ns
Hata 1	4	2.006	0.502	
Sulama suyu	3	2.429	0.810	2.514ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	1.992	0.332	1.030ns
Hata	18	5.799	0.322	
Genel	35	18.324	0.524	

ns : önemsiz

Çizelge 4.59. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin 2010 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	1.998	0.999	2.140ns
Lateral derinliği	2	15.983	7.992	17.117*
Hata 1	4	1.868	0.467	
Sulama suyu	3	5.113	1.704	1.290ns
Lateral derinliği * sulama suyu	6	6.657	1.110	0.840ns
Hata	18	23.770	1.321	
Genel	35	55.390	1.583	

ns : önemsiz

* : p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.60. Su kullanım randımanına ilişkin LSD testi sonuçları

Yetiştirme dönemi	Deneme konuları	WUE (kg/m ³)	LSD grubu
2010	D ₂	5.830	A
	D ₁	4.580	B
	D ₀	4.381	B
	LSD _{0.05}		0.774

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Toprakaltı damla sulama yöntemi altında farklı lateral derinlikleri ve sulama suyu uygulamalarının soğan bitkisine olan etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2009 ve 2010 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada 0, 10 ve 20 cm olmak üzere üç farklı lateral derinliği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75, 100 ve 125' inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Denemelerinin yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarında uygulanan sulama sayıları, sulama suyu miktarı ve ölçülen bitki su tüketimleri, toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 12 kez sulama uygulaması ile 194.8 ile 464.0 mm arasında sulama suyu uygulanırken, ikinci yılda ise 7 kez sulama uygulaması ile 145.5 ile 341.3 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarları, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin uygulama yüzdesine göre değişmiştir.

Tüm büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen mevsimlik soğan bitki su tüketimi değerleri 2009 yılında 337.14 ile 715.39 mm, 2010 yılında ise 388.79 ile 579.26 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Bitki su tüketimleri farklı lateral derinlikleri arasında incelendiğinde ise, en yüksek bitki su tüketiminin laterallerin yüzeyde olduğu deneme konusundan elde edildiği ve lateral derinliği arttıkça bitki su tüketiminin azaldığı görülmüştür. Laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusunda, laterallerin yüzeye yerleştirildiği deneme konusuna göre her iki yılın ortalaması olarak % 7' lik daha az mevsimlik bitki su tüketimi ölçülmüştür.

Dikkate alınan deneme konularının soğan bitkisi üzerine etkileri; vejetatif gelişim, verim ve kalite unsurları olmak üzere üç alt başlık altında incelenmiştir. Deneme konularının soğan bitkisinin vejetatif gelişim unsurlarından bitki boyu ve yaprak sayısına etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, sadece 2010 yılında farklı sulama uygulamalarının yaprak sayısını etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuç, farklı lateral derinlikleri ve sulama suyu uygulamalarının soğan bitkisinin vejetatif gelişim unsurlarına etkisinin olmadığı şeklinde açıklanabilir.

Soğan bitkisinin verim ve verim unsurları açısından ise, toplam pazarlanabilir verim, birim baş ağırlığı, baş boyu ve baş eni özellikleri incelenmiştir. Deneme konularından elde edilen toplam pazarlanabilir verim değerleri, birinci yıl 12.73 ile 25.99 t/ha, ikinci yıl ise 17.82 ile 32.81 t/ha arasında değişmiştir. Elde edilen verim değerlerinin bölge koşullarında

Yarım İmrallı soğan çeşidi üzerine gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen verim değerleri ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Verim değerleri üzerine yapılan istatistiksel sonuçlar dikkate alındığında, denemenin birinci yılında lateral derinlikleri ikinci yılında sulama suyu uygulamaları arasında farklıklar elde edilirken, lateral derinliği ile sulama suyu uygulamaları interaksiyonunun etkili olmadığı görülmüştür. Böylece, lateral derinliği ve uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça toplam pazarlanabilir soğan verimi değerlerinin arttığı söylenebilir. Diğer yandan, deneme konuları arasında birim baş ağırlığı, baş boyu ve baş eni değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde üniform sonuçlar elde edilmemiştir. Özellikle baş boyu arasındaki farklılıklar her iki yılda önemsiz iken, baş ağırlığı ve baş eni arasındaki farklılıklar toplam pazarlanabilir verim farklılıkları ile benzer olmuştur.

Deneme konuları arasında kalite unsurları açısından; kuru madde, suda eriyebilir kuru madde, pH düzeyi, protein miktarı toplam şeker miktarı ve invert şeker miktarı değerleri incelenmiştir. Bu değerler için yapılan istatistiksel analizlerde farklı sonuçlar elde edilmiş ve paralellik sağlanamamıştır. Özellikle, bazı kalite parametrelerinde lateral derinliklerinin, bazılarında sulama suyu uygulamalarının bazılarında ise lateral derinliği ile sulama suyu interaksiyonunun ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Verim ile uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler sulama suyu kullanım randımanı ve su uygulama randımanı kavramları ile incelenmiştir.. Sulama suyu kullanım randımanı değerleri denemenin ilk yılında 1.57 ile 3.99 kg/m³, denemenin ikinci yılında ise 3.49 ile 10.50 kg/m³ arasında değişmiştir. Su kullanım randımanı değerleri ise denemenin ilk yılında 2.61 ile 4.49 kg/m³, denemenin ikinci yılında ise 4.08 ile 6.86 kg/m³ arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında elde edilen her iki randıman değerleri de verim değerlerinin yüksek olmasından dolayı daha fazla olmuştur. Randıman değerleri arasında yapılan istatistiksel analizlerde, lateral derinlikleri açısından laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği deneme konusunun ön plana çıktığı görülmüştür. Diğer yandan, kullanım randımanları açısından sulama suyu uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar çıkmaması sonucunda, sulama suyu uygulaması olarak soğan bitkisinde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerinin % 50' sinin uygulanması önerilebilir.

Sonuçta, toprakaltı damla sulama yönteminin Trakya Bölgesi ve ülkemiz koşulları için yeni bir uygulama şekli olduğu, ilk kurulum ve işletme aşamasında bir takım dezavantajları olduğu görülmesine karşın, elde edilen verim ve uygulanan sulama suyu miktarları göz önüne alındığında özellikle soğan tarımı için kullanılabileceği söylenebilir. Diğer yandan, toprakaltı damla sulama uygulaması yapacak üreticilerin, sistemin gerektirdiği malzeme seçimi,

projelenme ve uygulama aşamalarına önemle dikkat etmesi gerekmektedir. Özellikle, lateral hatlarının uzun olduğu koşullarda, lateral sonlarına havalandırma bacalarının yerleştirilmesi ile sistemin çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, toprakaltı damla sulama yöntemi ile yürütülecek araştırmaların sistemde kullanılacak malzemelerinin özellikleri ve yöntemin ekonomik analizleri üzerine yoğunlaşması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Al-Moshileh AM (2007). Effects of planting date and irrigation water level on onion (*Allium cepa* L.) production under Central Saudi Arabian conditions. Scientific Journal of King Faisal University, Vol18 No:1, 75-85.
- 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 Müd, Tekirdağ.
- Anonim (2010). TR21 Trakya Bölge Planı 2010-2013. Trakya Kalkınma Ajansı.
- Arbat GP, Lamn FR, Abou Kheira AA (2010). Subsurface drip irrigation emitter spacing effects on soil water redistribution, corn yield, and water productivity. Applied Engineering in Agriculture, 26: 391-399.
- 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.
- Ayas S, Demirtaş Ç (2009). Deficit irrigation effects on onion (*Allium cepa* L. E.T. Grano 502) yield in unheated greenhouse condition. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7(3&4): 239-243.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1196, Ankara.
- Bekele S, Tilahun K (2007). Regulated deficit irrigation scheduling of onion in a semiarid region of Ethiopia. Agric. Water. Manag., 89: 148.152.
- 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.
- Biswas SK, Sarker PK, Mazharul Islam AKM, Bhuiyan MA, Kundu BC, 2003. Effect of irrigation on onion production. Pakistan J. of Biological Sciences, 6(20): 1725 -1728.
- Blake GR (1965). Bulk density methods of soil analysis. Part I. Am. Soc. Agron. 9: 374-390. Soil Science Society of America, Madison
- Bryla DR, Bannelos GS, Mitchell JP (2003). Water requirements of subsurface drip-irrigated faba bean in California. Irrig. Sci. 22:31-37.
- Bossie M, Tilahun K, Hordofa, T (2009). Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa, Central Rift Valley of Ethiopia. Irrig. Drainage Syst, 23: 1-10.

- Camp CR, Lamm FR, Evans RG, Phene CJ (2000). Subsurface drip irrigation-past, present and future. In: Evans, R. G., Benham, B. L. & Trooien, T. P. (eds.) Proceedings of the 4th Decennial National Irrigation Symposium, Nov. 14–16, 2000, Phoenix AZ ASAE, St. Joseph MI. pp. 363–372.
- Delibaş L (1994). Sulama. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No.213, Ders Kitabı No. 24, Tekirdağ.
- Doğan E, Kırnak H, Berekatoğlu K, Bilgel, L, Surucu A (2008). Water stress imposed on muskmelon (*Cucumis Melo* L.) with subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic conditions. *Irrig. Sci.* 26:131-138.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977). Crop Water Requirements. Rome: FAO, 179 p. Irrigation and Drainage Paper, 24.
- 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.
- Gençoğlan C, Altunbey H, Gençoğlan S (2006). Response of green bean (*P. vulgaris* L.) to subsurface drip irrigation and partial rootzone-drying irrigation. *Agric. Water. Manag.*, 84: 274-280.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- 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.
- Hanson BR, May DM, Schwankl LJ (2003). Effect of irrigation frequency on subsurface drip irrigated vegetables. *Horttechnology.* 13(1): 115-120.
- 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.
- Kalfountzos D, Alexiou I, Kotsopoulos S, Zvakos G, Vyrias P (2007). Effect of subsurface drip irrigation on cotton plantations. *Water Resour. Manage.*, 21: 1341-1351.
- 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.
- Kazumba S, Gillerman L, DeMalach Y, Oran G (2010). Sustainable domestic effluent reuse via subsurface drip irrigation (SDI): alfalfa as a perennial model crop. *Water Science & Technology* –WAT 61:625-632.
- 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.
- Lamm FR, Abou Kheira AA, Trooien TP (2010). Sunflower, soybean, and grain sorghum crop production as affected by dripline depth. *Applied Engineering in Agriculture*, 26(5): 873-882.
- Lamm FR, Trooien TP (2003). Subsurface drip irrigation for corn production a review of 10 years of research in Kansas. *Irrig. Sci.*, 22:195-200.
- Machada RMA, Oliveira MRG (2005). Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. *Irrig. Sci.*, 24: 15-24.
- Mchugh AD, Bhattarai S, Lotz G, Midmore DJ (2008). Effects of subsurface drip irrigation rates and furrow irrigation for cotton grown on a vertisol on off-site movements of sediments. *Agron. Sustain. Dev.* 28 (2008) 507-519.
- Meranzova R, Babrikov T, (2002). Evapotranspiration of long-day onion, irrigated by microsprinklers. *Journal Central European Agriculture*, 3 (3) : 189-194.
- Önder S, Caliskan ME, Onder D, Caliskan S (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agric. Water. Manag.*, 73: 73-86.
- Pablo RG, O'Neill MK, McCaslin BD, Remmenga MD, Keenan JG, Onken BM (2007). Evaluation of corn grain yield and water use efficiency using subsurface drip irrigation. *J. of Sustainable Agric.*, 30: 153-172.
- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin* 19(1): 28-45.
- Patel N, Rajput TBS (2007). Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato. *Agric. Water. Manag.*, 88: 209-223.
- Patel N, Rajput TBS (2009). Effect of subsurface drip irrigation on onion yield. *Irrig. Sci.* 27: 97-108.
- Payero JO, Tarkalson DD, Irmak S, Davison D, Petersen JL (2008). Effect of irrigation amounts applied with subsurface drip irrigation on corn evapotranspiration, yield,

- water use efficiency and dry matter production in a semiarid climate. *Agric. Water. Manag.*, 95: 895-908.
- Pejic B, Gvozdanovic-Varga J, Milic S, Ignjatovic-Cupina A, Krstic D, Cupina B (2011). Effect of irrigation schedules on yield and water use of onion (*Allium cepa* L.). *African Journal of Biotechnology* 10(14) : 2644-2652.
- Sakellariou-Makrantonaki M, Kalfountzos D, Vrylas P (2002). Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. *The Int. J.* Vol 4: 85-91.
- Singh DK, Rajput TBS (2007). Response of lateral placement depths of subsurface drip irrigation on okra (*Abelmoschus esculentus*). *International Journal of Plant Production*, 1: 73.84.
- Subedi DK, Gautam DM, Shakya SM, Srivastava A (2002). Effect of irrigation on production of onion bulb. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, 23 : 35-40.
- 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.
- Vories ED, Tacker PL, Lancaster SW, Glover RE (2009). Subsurface drip irrigation of corn in the United States Mid-South. *Agric. Water. Manag.*, 96: 912-916.
- Walker WR, Skogerboe GV (1987). *Surface Irrigation. Theory and Practice*. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Yıldırım O (2003). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1536, Ders Kitabı: 489, Ankara.
- Yıldırım O, Madanoğlu K (1985). A-sınıfı Buharlaştırma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No.433, Ankara.
- 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 (1999). 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>

www.fao.org

http://www.icid.org/sprin_micro_11.pdf

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Rize ilinde doğdu. İlk ve orta okul eğitimini Rize ilinde tamamladıktan sonra açık lise programından mezun oldu. 2002 yılında 19 Mayıs Üniversitesi Amasya Meslek Yüksek Okulu Elektronik Haberleşme ön lisans programından mezun oldu. 2004 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesinde eğitime başlayıp 2008 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünden mezun olarak lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl içerisinde Trakya Üniversitesinin açmış olduğu yüksek lisans sınavlarını kazanarak Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim dalında yüksek lisans eğitime başladı. Şu anda Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren önemli bir sulama firmasında yönetici mühendis olarak çalışmaktadır.

Ali KAYHAN