

SOĞANIN (*Allium cepa* L.) SULAMA
ZAMANI PLANLAMASI

Mehmet ŞENER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİM DALI

1999

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOĞUMANTASYON MERKEZİ

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

84806

SOĞANIN (*Allium cepa* L.) SULAMA ZAMANI PLANLAMASI

Mehmet ŞENER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

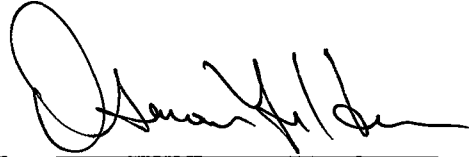
Bu tez 10 / 08 / 1999 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. A. Halim ORTA
(Danışman)



Prof. Dr. A. Nedim YÜKSEL



Prof. Dr. Osman YILDIRIM

84806

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****SOĞANIN (*Allium cepa* L.) SULAMA ZAMANI PLANLAMASI**

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. A. Halim ORTA
1999, Sayfa 60

Jüri: Doç.Dr.A.Halim ORTA
Prof.Dr.A.Nedim YÜKSEL
Prof.Dr.Osman YILDIRIM

Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi deneme alanında 1997 ve 1998 yıllarında yapılan bu çalışmada, soğanın kuru ve sulu koşullardaki verim ve verim öğelerinin eldesi, sulama zamanının planlanması, bitki su tüketiminin belirlenmesi ve yöre koşullarına en uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin saptanması amaçlanmıştır. Denemede, sulamalara 40 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30, % 50, % 70'i tüketildiğinde başlanmış, uygulama damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. Dikkate alınan şahit konuya ise deneme süresince hiç sulama suyu uygulanmamıştır. Bunun yanında, yaklaşık on günlük periyotlarda toprak neminin azalması yöntemine göre bitki su tüketimi değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile farklı yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta, sulamanın ve sulamaya başlanacak nem düzeyinin soğan verimini etkilediği, en yüksek verimin kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30'u tüketildiğinde sulamaya başlanan konudan, en düşük verimin ise şahit konudan elde edildiği saptanmıştır. Gerek sulu ile kuru konular, gerekse sulama konuları arasında verim ve verim öğeleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılık ortaya çıkmış, ancak, kuru madde miktarları arasında fark gözlenmemiştir. En yüksek verimin elde edildiği önerilen konuda, mevsimlik bitki su tüketimi değeri ortalama 419.9 mm olmuştur. Deneme konuları için en uygun referans bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin Jensen-Haise olduğu saptanmış ve bu yöntemle ilişkin bitki katsayısı k_c eğrisi hazırlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Soğan (*Allium cepa*), soğan verimi, sulama zamanı planlaması, bitki su tüketimi

ABSTRACT

Master Thesis

IRRIGATION SCHEDULING OF ONION (*Allium cepa* L.)

Mehmet ŞENER

Trakya University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. A. Halim ORTA

1999, Page: 60

Jury: Assoc. Prof. Dr. A.Halim ORTA

Prof. Dr. A.Nedim YÜKSEL

Prof. Dr. Osman YILDIRIM

This study was conducted in the research field of Faculty of Tekirdağ Agriculture, University of Trakya in the years of 1997 and 1998. The aims of this study were to obtain yield and yield components, irrigation scheduling, evapotranspiration for onion under irrigation and no irrigation conditions. Irrigation water was applied at soil water depletion fractions of 0.30, 0.50 and 0.70 into root depth of 0.40 m, by drip irrigation method. In addition, evaporation values were measured for about 10 days periods during the whole growing season. The measured evapotranspiration values were compared with the reference evapotranspiration values calculated by different estimation equation. As a result, it was found that bulb yield was affected by irrigation and soil water depletion fractions. The highest bulb yield was obtained at the plots when irrigation water was applied at soil water depletion fraction of 0.30, and moreover, all yield components were maximum at plots mentioned above but dry matter at bulb was not affected under different experiment statistically. The seasonal evapotranspiration was measured as 419.9 mm at the plots in which the highest yield was obtained. The most suitable estimation method for onion evapotranspiration in Tekirdağ conditions was the Jensen-Haise method and a curve of k_c crop coefficient was prepared.

KEY WORDS: Onion (*Allium cepa* L.), onion bulb yield, irrigation scheduling, evapotranspiration

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tüm canlılar yaşamlarını sürdürebilmeleri için beslenmek zorundadır. İnsanoğlu ilk dönemlerinde daha çok etsel olan besin kaynaklarına zamanla bitkisel maddeleri de katmıştır. Bitkisel beslenmenin başlamasından bir süre sonra da bitkisel üretim başlamıştır.

Zamanla popülasyona yeten besin kaynakları bir süre sonra yetersiz kalınca, çeşitli çalışmalar zorunlu olmuştur. Kaliteli tohumluk, iyi toprak işleme, etkin bir gübreleme ve tarımsal mücadele ile sulama söz konusu çalışmaları oluşturur. Bunların içerisinde en önemlisi ise sulamadır. Suyun olmadığı yerde diğer tarımsal girdiler hiç bir anlam ifade etmemektedir.

Bu gün biliyoruz ki sulama modern tarımın vazgeçilmez bir unsurudur. Unutulmaması gereken nokta bu işin bilinçli ve tekniğine uygun bir biçimde yapılmasıdır.

Üretimde hangi girdi kullanılırsa kullanılsın bu girdinin temel etmenleri bilinip ona göre uygulamalar yapılmadan istenen oranda yarar sağlanamaz. Sulamada da iki önemli nokta söz konusudur. Bunlar, mevcut koşullara uygun bir sulama yönteminin seçimi ve etkin bir sulama programının eldesidir. Etkin bir sulama programı ise ancak, farklı bitki ve yöre koşullarında yapılacak arazi çalışmaları ile belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada, Trakya koşullarında damla yöntemiyle sulanan soğan bitkisi için sulamaya başlanacak nem düzeyi, bitki su tüketimi ve farklı bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri için bitki katsayısı değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, kuru koşullardaki üretim ve su tüketimi değerleri de belirlenerek, kuru ve sulu koşullardaki farklar ortaya konmaya çalışılacaktır.

Öncelikle Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında ilgi ve alakasını esirgmeden yol gösteren değerli hocam Sayın Doç.Dr. A. Halim ORTA'ya, araştırmam sırasında yardımlarını gördüğüm bölüm öğretim üye ve elemanlarına, Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü elemanlarından Sedat YÜKSEL'e ve tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Sulama Zamanı Planlanmasına İlişkin Yapılan Çalışmalar.....	3
2.2. Bitki Su Tüketimi.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Araştırma Alanının Yeri.....	14
3.1.2. İklim Özellikleri.....	14
3.1.3. Toprak Özellikleri ve Topografya.....	16
3.1.4. Su Kaynağı ve Sulama Suyunun Sağlanması.....	16
3.1.5. Sulama Sistemi.....	16
3.1.6. A Sınıfı Buharlaşma Kabı.....	17
3.1.7. Kullanılan Arpacığın Özellikleri.....	19
3.1.8. Kullanılan Bilgisayar Paket Programları.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Arazi Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler.....	20
3.2.1.1. Toprak ve Su Örneklerinin Alınması.....	20
3.2.1.2. Toprağın Su Alma Hızının Ölçülmesi.....	20
3.2.1.3. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi.....	21
3.2.1.4. Deneme Tertibi.....	21

3.2.1.5. Sulama Suyunun Uygulanması.....	25
3.2.1.6. Tarım Tekniği.....	25
3.2.2. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler.....	26
3.2.2.1. Topraktaki Nem Miktarının Belirlenmesi.....	26
3.2.3. Büro Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler.....	26
3.2.3.1. Damla Sulama Sisteminde Damlatıcı Aralığının Belirlenmesi.....	26
3.2.3.2. Sulama Zamanı, Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Süresinin Saptanması.....	27
3.2.3.3. Bitki Su Tüketiminin Saptanması.....	28
3.2.3.4. Bitki Su Tüketiminin Tahmin Edilmesi ve Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri ile Karşılaştırılması.....	29
3.2.3.5. Bitki Katsayısı Eğrisinin Hazırlanması.....	30
3.2.3.6. İstatistiksel Analizler.....	30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMALAR.....	31
4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları.....	31
4.1.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar.....	31
4.1.2. Sulama Suyu Kalite Sınıfı.....	31
4.1.3. Toprağın Su Alma Hızı Sonuçları.....	31
4.2. Damlatıcı ve Lateral Aralığı Sonuçları.....	32
4.3. A Sınıfı Kaptan Ölçülen Buharlaşma Miktarları Sonuçları.....	32
4.4. Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	33
4.5. Hasat Sonuçları.....	44
4.5.1. Soğan Verimine İlişkin Sonuçlar.....	44
4.5.2. Soğan Baş Ağırlığına İlişkin Sonuçlar.....	46
4.5.3. Soğan Baş Çapına İlişkin Sonuçlar.....	48
4.5.4. Soğan Baş Boyuna İlişkin Sonuçlar.....	49
4.5.5. Kuru Madde Miktarına İlişkin Sonuçlar.....	51
4.6. Uygun Bitki Su Tüketim Tahmin Eşitliği ve Bitki	

katsayısı Eğrisi.....	52
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	60



SİMGELER DİZİNİ

J-H	: Jensen-Haise yöntemi
P-FAO	: Penman yönteminin FAO modifikasyonu
P-M	: Penman-Monteith yöntemi
A-FAO	: Kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu
A-CH	: Kap buharlaşması yönteminin Christiansen-Hargreaves modifikasyonu
atm	: Atmosfer
C	: Kil bünye sınıfı
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetreküp
°C	: Santigrad derece
da	: Dekar
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
Kpa	: Kilopaskal
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
max	: Maksimum
min	: Minimum
mJ	: Megajoule
mm	: Milimetre
N	: Azot
PE	: Poli Etilen
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonunun (-) logaritması
PVC	: Poli Vinil Clorit

s : Saniye
t : Ton
% : Yüzde
' : Dakika
" : inch



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Sulama sistemi unsurları.....	17
Şekil 3.2. Bir sulama parselinin ayrıntısı.....	18
Şekil 3.3. A sınıfı buharlaşma kabı kesiti.....	19
Şekil 3.4. 1997 yılına ilişkin deneme deseni.....	22
Şekil 3.5. 1998 yılına ilişkin deneme deseni.....	23
Şekil 3.6. Bir deneme parselinin ayrıntısı.....	24
Şekil 4.1. Deneme konularına göre ortalama günlük bitki su tüketimlerinin büyüme mevsimi boyunca değişimleri.....	43
Şekil.4.2. Jensen Haise yöntemi için soğan bitkisi k_c katsayısı eğrisi.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına İlişkin 1997 ve 1998 Yıllarına Ait Bazı İklim Verileri.....	15
Çizelge 4.1. Deneme Alanı Topraklarının Fiziksel Özellikleri.....	32
Çizelge 4.2. A Sınıfı Kaptan Okunan Buharlaşma Değerleri.....	33
Çizelge 4.3. 1997 Yılında Deneme Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları.....	34
Çizelge 4.4. 1998 Yılında Deneme Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları.....	35
Çizelge 4.5. 1997 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimleri.....	37
Çizelge 4.6. 1998 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimleri.....	40
Çizelge 4.7. Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Elde Edilen Mevsimlik Bitki Su Tüketimi Değerleri (mm)	44
Çizelge 4.8. Deneme Konularına İlişkin Birim Alan Soğan Verimleri.....	45
Çizelge 4.9. Soğan Verimlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	45
Çizelge 4.10. Soğan Verimine İlişkin Duncan Testi Sonuçları.....	46
Çizelge 4.11. Deneme Konularına İlişkin Soğan Baş Ağırlıkları (g).....	47
Çizelge 4.12. Soğan Baş Ağırlığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	47
Çizelge 4.13. Soğan Baş Ağırlığına İlişkin Duncan Testi Sonuçları.....	47
Çizelge 4.14. Deneme Konularına İlişkin Soğan Baş Çapları (mm).....	48
Çizelge 4.15. Soğan Baş Çapına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	48
Çizelge 4.16. Soğan Baş Çapına İlişkin Duncan Testi Sonuçları.....	49
Çizelge 4.17. Deneme Konularına İlişkin Soğan Baş Boyları (mm).....	49
Çizelge 4.18. Soğan Baş Boyuna İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	50
Çizelge 4.19. Soğan Baş Boyuna İlişkin Duncan Testi Sonuçları.....	50
Çizelge 4.20. Deneme Konularına İlişkin Soğan Kuru Madde Miktarları (%).....	51

Çizelge 4.21. Kuru Madde Miktarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	51
Çizelge 4.22. Ölçülen Bitki Su Tüketimi ve Bazı Yöntemlerle Hesaplanan Referans Bitki Su Tüketimi Değerleri.....	52
Çizelge 4.23. Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitlikleri İçin Elde Edilen K _c Katsayıları	53
Çizelge 4.24. Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Yönteminin Belirlenmesinde Göz Önüne Alınan Kriterler ve En Yüksek Korelasyona Sahip Bitki Katsayısı Eşitliği.....	54



1.GİRİŞ

İnsanoğlu varolduğundan itibaren yaşamını sŸrdŸrebilmek amacıyla bir Ÿretim ve tŸketim dŸngŸsŸ içerisinde yer almıştır. Bu iki kavram zaman ve mekan boyutunda sŸrekli bir değişim içerisinde olmuştur. İnsanlar hayatlarını sŸrdŸrebilmek amacıyla bu değişime tepki vermek zorunda kalmışlar ve artan tŸketimi karşılamak için daha fazla Ÿretmenin yollarını aramaya başlamışlardır. Ÿlkemizde tarım alanlarının genişletilmesinin sŸz konusu olamayacağı gŸnŸmŸz koşullarında, tarımsal Ÿretimi arttırmanın tek yolu birim alandan daha fazla ŸrŸn elde etmektir. Bunu sağlamının en Ÿnemli koşulu ise etkin bir sulamadır.

Sulamadan beklenen yarar ancak, mevcut koşullara gŸre planlanmış ve kurulmuş iyi bir sistem ve yŸre koşullarında elde edilmiş etkin bir sulama programına gŸre dŸzenlenmiř işletim ile sağlanabilir.

Ÿlkemizde bu konularda yeterli çalışmaların yapılmamış olması ve Ÿreticilerin sŸz konusu noktalara dikkat etmemesi sonucunda sulama sorunları gittikçe artmaktadır. Sağlıklı bir sulama için Ÿnce, yŸre koşullarındaki bitki su tŸketimi değerlerinin bilinmesi gerekir. Bitki su tŸketimi, toprak yŸzeyinden olan buharlaşma ve bitki yapraklarından olan terleme yolu ile atmosfere verilen toplam su miktarı olarak tanımlanmakta ve genellikle evapotranspirasyon ile eř anlamlı olarak kullanılmaktadır. Uygulamada, toprak yŸzeyinden olan buharlaşma ve bitki yapraklarından olan terleme miktarının ayrı ayrı ŸlŸlŸp değerlendirilmesi oldukça gŸçtŸr. Bu ayrıma gerek te yoktur. Sulama uygulamalarında Ÿnemli olan, toprak nemindeki azalma miktarının değerlendirilmesidir. Bu nedenle, toprak yŸzeyinden olan buharlaşma ve bitki yapraklarından olan terleme birlikte ŸlŸlmekte yada tahmin edilmektedir (GŸngŸr ve Yıldırım 1989).

DŸnya tarımında soğan (*Allium cepa* L.) bitkisi Ÿnemli bir yer teşkil etmektedir. Soğanın dŸnyada ortalama 1.5×10^6 ha alanda tarımı yapılmakta ve 16×10^6 ton baş soğan Ÿretilmektedir. TŸrkiye’de ise bu değerler sırası ile 105000 ha ve 2.1×10^6 ton’dur. Trakya bŸlgesinde 5639.2 ha alanda soğan Ÿretimi yapılmakta, toplam Ÿretim 92×10^3 ton, birim alan verimi ise yaklaşık 16.0 ton/ha olmaktadır. BŸlgedeki bu Ÿretimin % 95’i Tekirdağ ilinde gerçekleştirilmektedir (Anonymous 1997). Bu nedenle, soğan Tekirdağ ilinin tarımsal Ÿretiminde Ÿnemli bir yere sahiptir.

Bölgede soğan hem kuru hem de sulu koşullarda yetiştirilmektedir. Soğan bitkisi topraktaki nem eksikliğine ve nem fazlalığına oldukça duyarlıdır. Bu nedenle, bitkinin ihtiyaç duyduğu sulama suyu zamanında ve yeteri miktarda karşılanmalıdır. Bunun yanında, etkili kök derinliğinin az ve su tüketiminin nispeten fazla olması nedeniyle soğanın sık aralıkla ve her defasında az miktarda sulama suyu uygulanarak sulanması, ayrıca suyun tarla parsellerinde üniform bir biçimde dağıtılması gerekmektedir (Doorenbos ve Kassam 1979). Bu tür sulama uygulamaları yüzey sulama yöntemleri yerine basınçlı sulama yöntemleri ile daha başarılı bir biçimde yapılabilmektedir.

Trakya bölgesinde su kaynakları genellikle kısıtlıdır. Sulama suyu çoğunlukla bir pompa aracılığıyla enerji harcayarak sağlanmakta, başka bir deyişle su maliyeti yüksek olmaktadır. Bunun yanında, sulama belirli verilere dayandırılmamakta, dolayısı ile hem istenen düzeyde verim elde edilememekte, hemde birim alana düşen toplam sulama maliyeti genellikle yüksek olmaktadır. Ayrıca, yöre koşullarında soğanın sulama zamanının planlanmasına yönelik bitki su tüketim verileri yada bitki su tüketim tahmin eşitliklerinden yararlanılması durumunda, bitki katsayıları elde edilmemiş durumdadır.

Bu çalışmada, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Deneme Alanında, 1997 ve 1998 yıllarında soğan bitkisi damla yöntemi ile sulanmış ve topraktaki nem değişimleri sürekli izlenerek etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30, % 50 ve % 70'i tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır. Ayrıca, susuz koşulların oluşturduğu bir konudaki verim ve su tüketimi değerleri elde edilmiş, böylece kuru ve sulu soğan tarımı arasındaki farkların ortaya konması hedeflenmiştir. Tekirdağ koşullarında soğan bitkisinin kuru ve sulu koşullardaki verimi, sulamaya başlanacak nem düzeyi, bitki su tüketimi, bitki katsayısı ve sulama zamanının planlanmasında A sınıfı buharlaşma kabından yararlanma olanakları belirlenmeye çalışılmıştır.

Giriş ile birlikte dört bölümden oluşan bu çalışmada, ikinci bölümde konuya ilişkin kuramsal temeller ve kaynak araştırması verilmiş, üçüncü bölümde materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise, araştırmadan elde edilen sonuçlar ve bunların tartışılması yer almaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bitkilerin ihtiyacı olan sulama suyu miktarı ile verilme zamanını içeren sulama zamanı planlaması ve bu planlamada en önemli yere sahip olan bitki su tüketiminin belirlenmesine ilişkin yapılmış bir çok araştırma mevcuttur. Ancak, soğan bitkisi üzerinde yapılan araştırmaların gerek dünyada gerekse ülkemizde çok fazla olmadığı görülmektedir. Bu bölümde konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar iki alt başlık halinde özetlenmiştir.

2.1. Sulama Zamanının Planlanmasına İlişkin Yapılan Çalışmalar

Bu konuda 1950'li yıllardan bu yana araştırmalar yapılmış ve çok sayıda yaklaşım geliştirilmiştir.

Sulama zamanı planlaması; sulama yapılacak zamanlar ile bu sulamalarda uygulanacak sulama suyu miktarlarını belirleyen ve her yıl çeşitli defalar tekrarlanan, bir karar verme işlemidir. Söz konusu işlem bitkilerde nitelik ve verimi önemli bir biçimde etkilemektedir (Jensen vd. 1973).

Goldberg vd. (1976), bazı araştırmacıların geleneksel sulama yöntemleri için bitki su tüketimi hesaplamalarında potansiyel evapotranspirasyonun (ET_p) A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerlerinin 0.6-0.80'ine eşit olduğunu ortaya koyduklarını belirterek, uygulamada bu değer 0.75 olarak alınabileceğini vurgulamışlardır.

Doorenbos ve Kassam'a (1979) göre, soğan bitkisinin toplam su ihtiyacı 350-550 mm arasında değişmektedir. Yüksek düzeyde verim elde etmek için etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25'i tüketildiğinde sulamaya başlanmalıdır. Suyun yeterli miktarda ve zamanında verilmesi koşulunda köklerin derine inmesi engellenmekte, bu ise baş büyümesini olumlu yönde etkilemektedir. Nem eksikliğine en duyarlı periyot baş oluşumu, en toleranslı periyot ise vejetatif gelişme periyodudur. Köklerin kuruyarak toprakla olan bağlantılarının kesilmesi ve soğanın kolayca hasat edilebilmesi için sulamalara hasattan 15-25 gün önce son verilmelidir. Yukarıda değinilen bilgiler doğrultusunda yapılan sulama uygulamaları ile verim 35-45 t/ha'a kadar çıkmaktadır. Aksi taktirde hem verim azalmakta hem de soğan başlarında çatlama ve şekil bozuklukları görülmektedir.

Chung (1989), sulamanın soğanda baş verimi üzerine etkisini araştırmış ve sonuçta, kuru koşullarda 52 ton/ha olan verimin sulama ile 84 t/ha'a çıkarılabileceğini belirtmiştir.

İmtiyaz vd. (1990), Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada, soğan bitkisini optimum ve kısıtlı biçimde sulamış ve bu koşullardaki verim değerlerini incelemişler, sonuçta, en düşük verimi 18.4 t/ha ile baş bağlama döneminde yapılan su kısıtının uygulandığı konuda, en yüksek verimi ise büyüme dönemi boyunca kısıtsız sulama yapılan konuda 40.8 t/ha olarak elde etmişlerdir. En düşük bitki su tüketimi 225.6 mm ile baş bağlama döneminde su kısıtı yapılan konuda ölçülmüştür. Ayrıca, oransal verim azalması ile mevsimlik bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu ve soğan bitkisinin baş bağlama döneminde su eksikliğine çok duyarlı olduğu saptanmıştır.

Üstün (1990), sulama zamanı planlamasında kullanılan yöntemlerden birinin fenolojik gözlemler olduğunu ancak, buna göre yapılan sulamaların gerek deneyime dayanması gerekse sulama suyu miktarının tam olarak kestirilememesi nedeni ile, bu biçimde yapılan sulama uygulamaları ile beklenen verim ve kalite artışının sağlanamadığını bu nedenle, sulama programlarının belirlenmesinde bitki su tüketimi değerlerinden yararlanılması gerektiğini belirtmektedir.

Yeni Delhi'de yapılan bir çalışmada, soğan bitkisine A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarlarının farklı oranlarını içeren 4 farklı sulama konusu (0.75, 1.00, 1.25 ve 1.50) ve 4 farklı N düzeyi (0, 40, 80 ve 120 kg/ha) uygulanmıştır. Toplam sulama sayıları, farklı sulama konuları için 11, 14, 17 ve 20 gün olmuştur. En yüksek verim ve sulama oranı 80 kg/ha'lık N uygulanan konudan elde edilmiştir (Dhian vd. 1991).

Hindistan'da yapılan bir araştırmada A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarlarının 0.6, 0.8, 1.0 ve 1.2 oranındaki sulama suyu soğan bitkisine uygulanmış ve sonuçta, en yüksek verim 39.1 t/ha olarak 1.2 konusunda elde edilmiştir. Ayrıca, 1.0 ve 1.2 konularında elde edilen verimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır (Selvakumari vd. 1992).

İyi bir sulama planlaması ile kullanılan sulama yöntemi ne olursa olsun sulama randımanı artırılabilir. Bu biçimde yapılan sulamalarla verim artışının yanında toprak altı drenaj gereksinimi de azalacaktır. Konuya bu açıdan bakıldığında sulama zamanı planlaması oldukça önemlidir. Planlamadan beklenen hedefe ulaşabilmek için bitki, yaprak, toprak, arazi, sulama ve drenaj gibi tüm faktörler dikkate alınmalıdır (Yurtsever ve Orta 1992).

El-Oksh vd. (1993), Mısır'da yaptıkları bir araştırmada, saksıda tınlı bünyeye sahip toprak koşullarında yetiştirdikleri soğan bitkisinde 3 farklı düzeyde sulama suyu uygulaması ile 3 farklı N düzeyini denemişlerdir. Sonuçta, yüksek sulama suyu ve N uygulaması ürünü arttırmış, meyvenin acılığını ve potasyum içeriğini azaltmıştır.

Patil (1993), Hindistan'da yaptığı çalışmada, oluşturduğu 6 sulama konusunda farklı aralıklarla yapılan sulamaların soğan verimi üzerine olan etkisini araştırmıştır. Mevsimlik toplam sulama suyu miktarları eşit olacak biçimde planlanan deneme konularında sulama sayıları 9-15 arasında değişmiş, sonuçta ise en yüksek verim toplam büyüme mevsimi boyunca 15 kez sulama yapılan ve her sulamada A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarının % 55'i kadar sulama suyu uygulanan konudan elde edilmiştir. Bunun yanında, sulama aralığı azaldıkça toplam büyüme mevsimi uzunluğunun arttığı da gözlemlenmiştir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada kuru iklim koşullarında soğan bitkisine 4 farklı miktarda Sülfür (0, 40, 60 ve 80 kg/ha), üç farklı ekim sıklığı (10, 15 ve 20 x 15) ve üç farklı sulama aralığı (5, 10 ve 15 gün) uygulanmış, sonuçta, en yüksek verim 28.1 t/ha ile 80 kg/ha Sülfür uygulanan, 10 x 15 cm dikim aralığındaki 5 günde bir sulanan konudan elde edilmiştir (Rajas vd. 1993).

Ürdün'de yapılan bir başka çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarlarının 0.25, 0.50, 1.00 ve 1.50 katlarını içeren 4 farklı sulama konusunun soğan verimine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın birinci yılında uygulanan sulama suyu miktarları, 294-490 mm, ikinci yılında ise 262-448 mm olmuştur. En yüksek verim kaptan olan buharlaşma miktarının % 100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı konuda 36.8 t/ha olarak elde edilmiştir (Abu-Awwad 1994).

Koriem vd. (1994), Mısır'da yaptıkları bir çalışmada, soğan bitkisini kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, ve % 75'i tüketildiğinde sulamışlar, sonuçta, en düşük verimi 0.75 konusunda 25.7 t/ha, en yüksek verimi de 0.25 konusunda 38.9 t/ha olarak elde etmişlerdir. Ayrıca, su stresinin artması ile su kullanım randımanı 278.3 kg/cm den 316.9 kg/cm ye artmıştır.

Prasher vd. (1994), Nijerya'da drenaj tipi lizimetrede yaptıkları bir çalışmada, soğan bitkisinin günlük maksimum su tüketimini 7.5 mm/gün ile baş oluşumu döneminde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, 20 cm'lik toprak derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanan konuda % 60 ve % 80'i tüketildiğinde

sulamaya başlanan konulara göre önemli düzeyde verim artışı olduğunu ve maksimum verimin ise % 40 konusundan 33 t/ha olarak elde edildiğini bulmuşlardır.

Sharma vd. (1994), Hindistan'da yaptıkları bir araştırmada, A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarlarının 0.6, 0.8, 1.0 ve 1.2 oranındaki sulama suyu miktarları ile 0, 50, 100 ve 150 kg/ha'lık N uygulamasının soğan verimi üzerindeki etkisini araştırmışlar, sonuçta, en yüksek verimin en yüksek sulama suyu ve N uygulamasındaki konudan elde edildiğini ve bu koşulda fayda / masraf oranının da en yüksek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Mısırdaki yapılan bir başka araştırmada, 3 farklı düzeydeki sulama suyu miktarı (78.6, 833.3 ve 1250.0 m³/ha) ve 3 farklı N düzeyinin (119.0, 238.1 ve 357.1 kg/ha) soğan verimine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçta, sulama suyu miktarının artması ile verimin arttığı, farklı N uygulamalarının ise istatistiksel açıdan verimi önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır (Thabet vd.1994)

Uygun biçimde planlanmış bir sulama programı ile su, enerji ve gübre gibi üretim girdilerinin etkin kullanımı sağlanır. Böylesi bir uygulama ayrıca, sulama ile toprak işleme ve kimyasal savaşım gibi diğer çiftlik etkinliklerinin birleştirilmesine olanak sağlar. Geliştirilmiş toprak verimi ve niteliği, su ve enerji korunumu ve daha düşük üretim maliyetleri gibi işlemler de uygun bir sulama programının yararları içerisinde sayılmaktadır (Kanber 1997).

2.2. Bitki Su Tüketimi

Toprak yüzeyinden olan buharlaşma ve bitki yapraklarından olan terlemenin toplamı biçiminde tanımlanan bitki su tüketimi, doğrudan ölçülebildiği gibi iklim verilerinden tahmin yöntemleri ile de belirlenebilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri, zaman alıcı ve pahalı olmaları nedeniyle, ancak ampirik eşitliklerin yöre koşullarına göre kalibrasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Gerek sulama projelerinde ortalama bitki su tüketiminin tahmininde, gerekse sulama zamanının planlanmasında, uygulamada yaygın olarak iklim verilerinden tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Sulama projeleri ortalama bitki su tüketimi tahmininde kullanılan ampirik eşitlikler genellikle uzun periyotlar için sağlıklı sonuçlar veren ve birkaç iklim elemanını kapsayan basit eşitliklerdir. Sulama zamanının planlanmasında kullanılan ampirik eşitlikler ise, günlük haftalık ve en çok on günlük periyotlar için sağlıklı sonuç veren

ve genellikle çok sayıda iklim elemanını içeren nispeten karmaşık eşitliklerdir (Doorenbos ve Pruitt 1977).

Bir çok araştırmacı tarafından geliştirilen kısa ve uzun periyotlu bitki su tüketimi eşitlikleri Jensen (1973) ve Doorenbos ve Pruitt'de (1977) özetlenmiştir. Son zamanlarda, bitki su tüketiminin tahmininde yaygın olarak izlenen yol, önce belirli koşulları yansıtan potansiyel bitki su tüketiminin elde edilmesi ve daha sonra bu değer in bitki katsayısı ile düzeltilmesidir.

$$ET = k_c \cdot ET_p \quad (2.1)$$

Eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün,

k_c : Bitki katsayısı ve

ET_p : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Potansiyel bitki su tüketiminin tanımlanmasında, gerek farklı ülkelerdeki araştırmacılar, gerekse aynı ülkenin araştırmacıları arasında bile henüz fikir birliği sağlanamamıştır. Bu nedenle, potansiyel bitki su tüketimi yerine, referens bitki su tüketiminin kullanılması ağırlık kazanmıştır. Bu amaçla, belirli koşulları yansıtan yonca ya da çayır bitkileri referens olarak alınmakta, bu bitkilerin su tüketimi amprik eşitliklerle tahmin edilmekte ve daha sonra bitki katsayısı ile düzeltilerek belirli bir bitkiye ilişkin su tüketim değerleri elde edilmektedir (Doorenbos ve Pruitt 1977).

$$ET = k_c \cdot ET_o \quad (2.2)$$

Eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün,

k_c : Bitki katsayısı ve

ET_o : Referens bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Kısa periyotlu potansiyel bitki su tüketiminin tahmininde Jensen-Haise yöntemi oldukça sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bu yöntemle, potansiyel bitki su tüketiminin tahmini aşağıdaki eşitliklerle yapılmaktadır (Jensen 1973).

$$ET_p = C_T (T - T_x) R_s \quad (2.3)$$

$$C_T = \frac{1}{C_1 + C_2 + C_H} \quad (2.4)$$

$$C_1 = 38 - \left(\frac{2H}{305} \right) \quad (2.5)$$

$$C_H = \frac{50}{e_2 - e_1} \quad (2.6)$$

$$T_x = -2.5 - 0.14 (e_2 - e_1) - \frac{H}{550} \quad (2.7)$$

Eşitliklerde;

ET_p : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün,

C_T, C_1, C_2, C_H, T_x : Ampirik katsayılar ($C_2=7.3$ °C sabit),

T : Ortalama sıcaklık, °C,

H : Yükseklik, m,

e_2 : Yörede yılın en sıcak ayında ortalama maksimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı, mb,

e_1 : Yörede yılın en sıcak ayında ortalama minimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı, mb,

R_s : Solar radyasyon, mm/gün

değerlerini göstermektedir.

Kısa periyotlu bitki su tüketimi tahminlerinde sağlıklı sonuçlar veren Penman yöntemi, çayır bitkileri referans alınarak Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından modifiye edilmiştir

(FAO modifikasyonu). Penman yönteminin FAO modifikasyonu ile referens bitki su tüketimi aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak tahmin edilmektedir.

$$ET_o = c \left[W.R_n + (1-W).f_{(u)} . (e_a - e_d) \right] \quad (2.8)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (2.9)$$

$$f_{(u)} = 0.27 \left(1 + \frac{u_2}{100} \right) \quad (2.10)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \quad (2.11)$$

$$R_s = \left(0.25 + 0.50 \frac{n}{N} \right) . R_a \quad (2.12)$$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s \quad (2.13)$$

$$R_{n1} = f_{(t)} . f(e_d) . f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (2.14)$$

Eşitlikte;

ET_o : Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

c : Düzeltme faktörü,

W : Ağırlık faktörü,

R_n : Eşdeğer buharlaşma cinsinden net radyasyon, mm/gün,

$f_{(u)}$: Rüzgar fonksiyonu,

e_a : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, mb,

e_d : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, mb,

RH : Ortalama bağıl nem, %,

u_2 : 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, km/gün,

R_{ns} : Kısa dalgalı net radyasyon, mm/gün,

R_{n1} : Uzun dalgalı net radyasyon, mm/gün,

n : Gün boyunca ölçülen güneşli saatler, h/gün,

N : Gün boyunca olası maksimum güneşli saatler, h/gün,

R_a : Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, mm/gün,

α : Yeryüzüne ulaşan radyasyonun atmosfere yansıma oranı, %,

$f(t)$: Sıcaklık fonksiyonu,

$f(e_d)$: Buhar basıncı fonksiyonu,

$f(n/N)$: Güneşlenme oranı fonksiyonu

değerlerini göstermektedir.

Penman yönteminin FAO modifikasyonunda kullanılan ve yukarıda verilen eşitliklerdeki bazı parametreler Doorenbos ve Pruitt'de (1977) verilen çizelge ve grafiklerden doğrudan alınmaktadır.

Orijinal Penman yönteminin, özellikle FAO modifikasyonu da dikkate alınarak bir diğer modifikasyonu Penman ve Monteith tarafından yapılmıştır (Smith 1991). Penman-Monteith yönteminde kullanılan eşitlikler aşağıda sıralanmıştır.

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 275} u_2 (e_a - e_d) \quad (2.15)$$

$$\delta = \frac{4098 \cdot e_a}{(T + 237.3)^2} \quad (2.16)$$

$$\lambda = 2.501 - (2.36 \times 10^{-3})T \quad (2.17)$$

$$\gamma = 0.0016286 \frac{P}{\lambda} \quad (2.18)$$

$$\gamma^* = \gamma (1 + 0.34 u_2) \quad (2.19)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \quad (2.20)$$

$$R_{ns} = 0.75 R_s \quad (2.21)$$

$$R_{n1} = 2.451 \cdot f(T) \cdot f(e_d) \cdot f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (2.22)$$

$$R_s = \left(0.25 + 0.50 \frac{n}{N}\right) R_a \quad (2.23)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (2.24)$$

$$u_z = u_z \left(\frac{2}{Z} \right)^{0.2} \quad (2.25)$$

Eşitliklerde;

ET_o: Referens bitki su tüketimi, mm/gün,

δ: Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa/°C,

γ*: Modifiye psikometrik sabite, kPa/°C,

γ: Psikometrik sabite, kPa/°C,

P: Atmosfer basıncı, kPa,

Rn: Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m²/gün,

Ra: Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, MJ/m²/gün,

Rs: Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon, MJ/m²/gün,

Rns: Kısa dalgalı net radyasyon, MJ/m²/gün,

Rn₁: Uzun dalgalı net radyasyon, MJ/m²/gün,

f(T): Sıcaklık fonksiyonu,

T: Sıcaklık, °C,

f(e_d): Buhar basıncı fonksiyonu,

e_d: Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, kPa,

e_a: Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, kPa,

f($\frac{n}{N}$): Güneşlenme oranı fonksiyonu,

n: Güneşlenme süresi, h,

N: Olası maksimum güneşlenme süresi, h,

G: Topraktaki ısı akımı, MJ/m²/gün,

λ: Buharlaşma gizli ısı, MJ/kg,

u₂: 2 m yükseklikteki ölçülmüş rüzgar hızı, m/s,

u_z: Z m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, m/s,

Z: Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik, m ve

RH: Ortalama bağıl nem

değerlerini göstermektedir. Bu eşitliklerdeki bazı parametreler Smith'de (1991) verilen çizelge ve grafiklerden doğrudan alınabilmektedir.

Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinden biri de, tarım alanlarına yerleştirilen buharlaşma kaplarından ölçülen buharlaşma miktarları ile bitki su tüketimi arasında ilişki kurmaktır. Kaptan olan buharlaşmaya etkili olan iklim faktörlerinin tamamı, aynı zamanda bitki su tüketimine de benzer biçimde etkili olduğundan, özellikle kısa periyotlar için bu yöntemle oldukça sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Goldberg vd. 1976, Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım 1993).

Buharlaşma kaplarından yararlanarak referans bitki su tüketimi;

$$ET_o = E_p \cdot k_p \quad (2.26)$$

eşitliği ile belirlenmektedir. Bu eşitlikte;

ET_o : Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

E_p : Kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,

k_p : Buharlaşma kabı katsayısı,

değerlerini göstermektedir.

Yukarıdaki eşitliklerdeki k_p kap katsayıları iki farklı çevre koşulu için Doorenbos ve Pruitt'de (1977) tanımlanmış ve bu katsayılara ilişkin değerler bir çizelgede toplanmıştır.

A sınıfı buharlaşma kabı değerlerinden yararlanarak potansiyel bitki su tüketiminin tahmininde Christiansen-Hargreaves'in geliştirdikleri eşitlikler aşağıdaki gibidir (Jensen, 1973).

$$ET_p = 0.755 E_v CT_2 CW_2 CH_2 CS_2 \quad (2.27)$$

$$CT_2 = 0.862 + 0.179 \left(\frac{T_c}{T_{co}} \right) - 0.041 \left(\frac{T_c}{T_{co}} \right)^2 \quad (2.28)$$

$$CW_2 = 1.189 - 0.240 \left(\frac{W}{W_o} \right) + 0.051 \left(\frac{W}{W_o} \right)^2 \quad (2.29)$$

$$CH_2 = 0.499 + 0.62 \left(\frac{H_m}{H_{mo}} \right) - 0.119 \left(\frac{H_m}{H_{mo}} \right)^2 \quad (2.30)$$

$$CS_2 = 0.904 + 0.0080 \left(\frac{S}{S_0} \right) + 0.088 \left(\frac{S}{S_0} \right)^2 \quad (2.31)$$

Eşitliklerde;

ET_p : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün,

E_v : A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,

T_c : Ortalama sıcaklık, °C,

T_{co} : Sıcaklık sabitesi (20°C),

W : Ortalama rüzgar hızı, km/h,

W_0 : Rüzgar hızı sabitesi, (6.7km/h),

H_m : Bağlı nem, %,

H_{m0} : Bağlı nem sabitesi, (%60),

S : Güneşlenme oranı, % ve

S_0 : Güneşlenme oranı sabitesi (%80)

değerlerini göstermektedir.

Doorenbos ve Kassam'a (1979) göre, soğanın mevsimlik bitki su tüketimi değeri 350-550 mm arasında değişmektedir. İspanya'da yapılan bir araştırmada da soğan bitkisinin en düşük sulama suyu ihtiyacının 355 mm olduğu saptanmıştır (Martin vd. 1994).

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 Yeri

Araştırma, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Araştırma alanı 40° 59' kuzey enlemi, 27° 29' batı boylamı üzerinde yer almakta olup, denizden yüksekliği 4 m'dir.

3.1.2. İklim Özellikleri

Tekirdağ ili, Marmara denizi kıyı şeridi boyunca, Karadeniz, Akdeniz ve iç kesimlerde kısmen etki gösteren karasal iklimlerin etkisi altındadır. Bölge kışları serin ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak iklim özelliklerine sahiptir.

Yağışlar genelde yağmur şeklinde olmaktadır. Karlı yağışlar yıl içerisinde çok düşük değerlerde olup karla örtülü gün sayısı 7-8'dir. Çok yıllık ortalamalara göre, yıllık ortalama sıcaklık 13.7 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 579.7 mm, yıllık ortalama bağıl nem % 75, yıllık toplam buharlaşma miktarı 877.2 mm ve yıllık ortalama rüzgar hızı 3.1 m/s'dir. İlk don Kasım ayının ikinci haftasında, son don ise Mart ayının son haftasında görülmektedir (Anonymous 1974).

Araştırmanın yürütüldüğü 1997 ve 1998 yıllarında Nisan-Ağustos aylarına ilişkin bazı iklim elemanlarının 10 günlük ortalama değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelgedeki yağış değerleri deneme alanına yerleştirilen bir püliviyometre yardımıyla ölçülmüş, diğer değerler ise alana 5 km uzaklıktaki Tekirdağ Meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Ortalama rüzgar hızınının 2 m yükseklikteki eşdeğeri hesaplanarak Çizelge 3.1'de yerine yazılmıştır.

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına İlişkin 1997 ve 1998 Yıllarına Ait Bazı İklim Verileri

Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı (m/s)	Güneşlenme süresi (h)	Yağış miktarı (mm)
1997	MAYIS					
	1-10	17.0	67.6	3.4	6.0	1.5
	11-20	17.8	74.1	3.0	10.3	--
	21-31	17.2	78.3	3.6	7.5	4.2
	Ortalama	17.3	73.3	3.3	7.9	5.7
	HAZİRAN					
	1-10	18.3	79.9	2.2	6.9	10.2
	11-20	22.2	84.7	2.5	9.2	23.7
	21-30	23.8	74.5	3.2	10.8	--
	Ortalama	21.4	79.7	2.6	9.0	33.9
	Temmuz					
	1-10	25.0	70.6	3.3	10.2	--
	11-20	22.8	74.8	2.8	9.5	36.9
	21-31	24.0	75.7	2.8	9.2	9.9
Ortalama	23.9	73.7	3.0	9.6	46.8	
Ağustos						
1-10	23.4	77.7	3.0	9.5	5.8	
Ortalama	23.4	77.7	3.0	9.5	5.8	
1998	Nisan					
	11-20	15.2	65.8	2.8	8.3	--
	21-30	11.7	85.9	2.1	3.1	39.9
	Ortalama	13.9	73.4	2.6	6.1	39.9
	Mayıs					
	1-10	16.7	74.6	3.6	6.1	16.3
	11-20	15.0	80.4	2.8	2.9	30.6
	21-31	18.0	79.7	2.1	6.5	15.5
	Ortalama	16.6	78	2.8	5.2	62.4
	Haziran					
	1-10	21.0	79.1	1.7	8.5	15.1
	11-20	22.6	67.5	3.2	10.3	2.5
	21-30	23.4	73.7	2.8	10.3	6.0
	Ortalama	22.3	73.4	2.6	9.7	23.6
	Temmuz					
	1-10	22.3	74.9	2.9	8.8	58.2
	11-20	23.7	70.6	3.4	11.2	--
	21-30	26.6	69.3	3.2	11.2	--
Ortalama	24.2	71.6	3.2	10.4	58.2	

3.1.3. Toprak Özellikleri ve Topografya

Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi üretim ve deneme alanı toprakları genellikle killi ve killi tınlı bünye sınıfına sahiptir. Araştırmanın yürütüldüğü kesimlerde taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Eğim yönü doğudan batıya doğrudur.

3.1.4. Su Kaynağı ve Sulama Suyunun Sağlanması

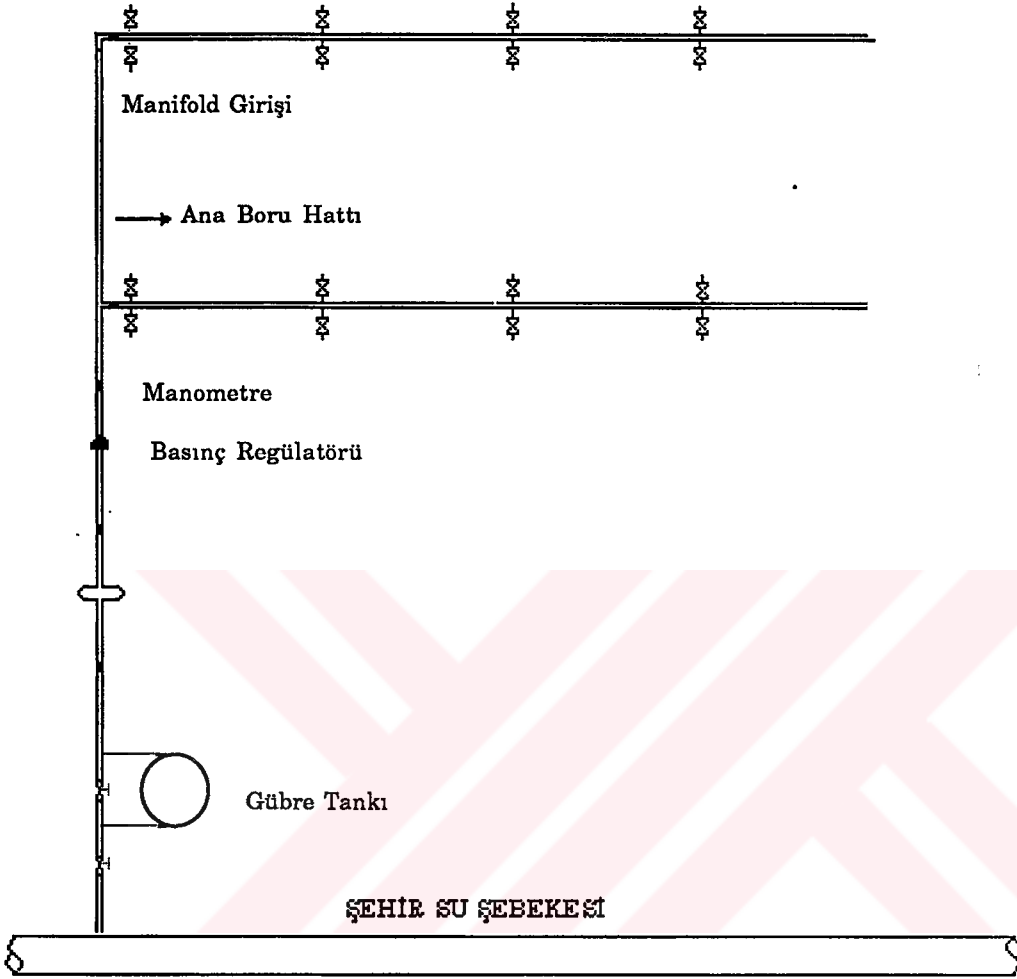
Araştırmada parsellerin sulanması için gerekli sulama suyu kampüse su sağlayan şehir içme suyu şebekesinden alınmıştır. Söz konusu şebekede işletme basıncı denemede kullanılan damla sulama sistemini çalıştıracak düzeyde olduğundan, ayrıca bir pompa kullanılmamıştır.

3.1.5. Sulama Sistemi

Deneme parselleri alanının tamamını ıslatacak biçimde planlanan damla yöntemi ile sulanmıştır. Kurulan sulama sistemi, gübre tankı, elek filtre, basınç regülatörü, vanalar ve manometrelerden oluşan kontrol birimi, su iletim ve dağıtımını sağlayan ana, yan ve lateral boru hatları ile damlatıcılardan oluşmuştur (Şekil 3.1).

Sulama suyunun alındığı boru hattında mevcut basınç 5-6 atm civarındadır. Söz konusu hattan alınan su fiziksel açıdan temiz olması nedeniyle kontrol biriminde hidrosiklon ve kum çakıl filtre tankı kullanılmamıştır. Böylece kontrol birimi, gübre tankı, elek filtre, basınç regülatöründen oluşturulmuş ve bu unsurlar birbirlerine 40 mm dış çaplı PVC borularla bağlanmıştır. Sistemde oluşan basıncı ve filtrelerin tıkanma derecelerini kontrol etmek amacıyla, birim unsurlarının giriş ve çıkışlarına manometreler monte edilmiştir.

Kontrol biriminden alınan suyu, yan boru hatlarına ileten ana boru hattı 40 mm dış çaplı, 6 atm. işletme basınçlı sert PVC borulardan oluşturulmuştur. Her deneme parselinin başına lateralin bağlandığı manifold boru hatları ve 1/2'' PE küresel vanalar yerleştirilmiştir. Manifold boru hatları 16 mm dış çaplı, 4 atm. işletme basınçlı yumuşak PE borulardan oluşmaktadır.

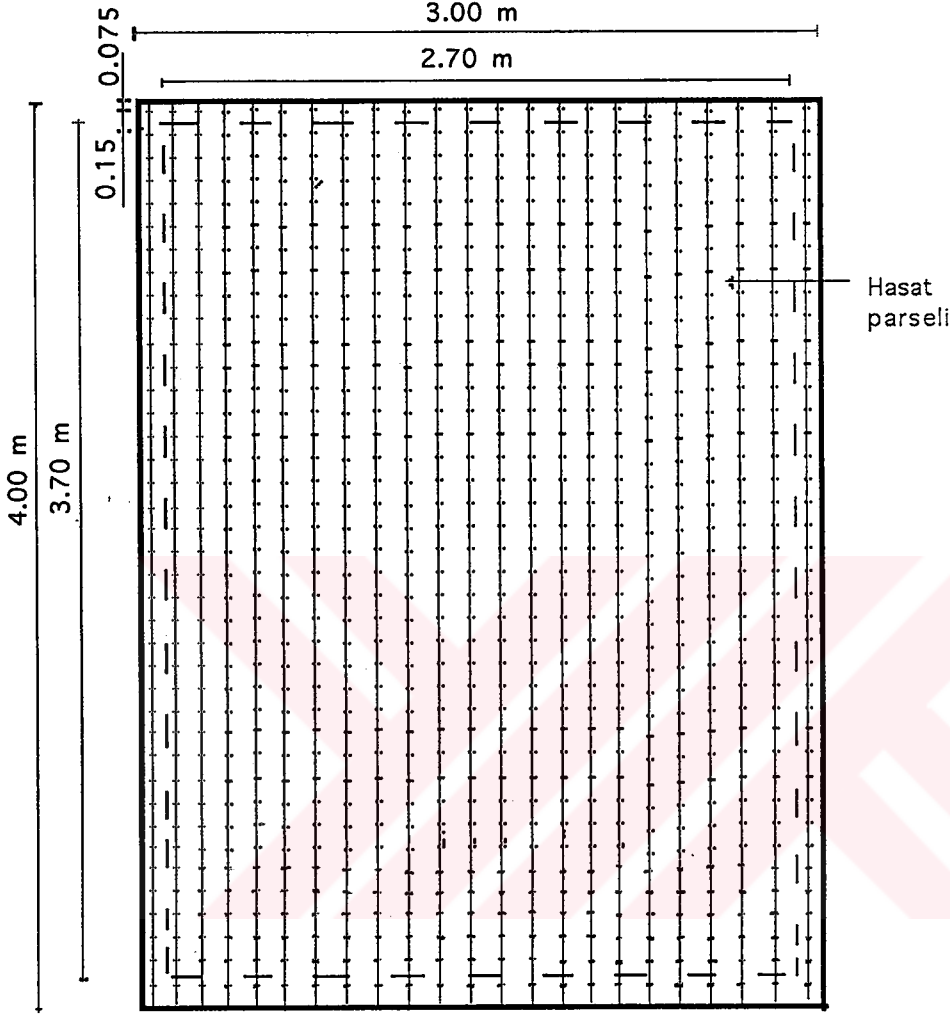


Şekil 3.1. Sulama sistemi unsurları

Deneme parselleri içerisinde su dağıtımını lateral boru hatları ile yapılmıştır. Lateral boru hatlarında 4 atm işletme basınçlı, 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular kullanılmıştır. Parsellerde alanının tamamını ıslatacak biçimde düzenlenmiş, 6 adet lateral boru hattı bulunmaktadır. Her bir lateralde 0.50 m ara ile 1 atm işletme basıncında 4 l/h debiye sahip, 8 adet inline damlatıcı mevcuttur (Şekil 3.2).

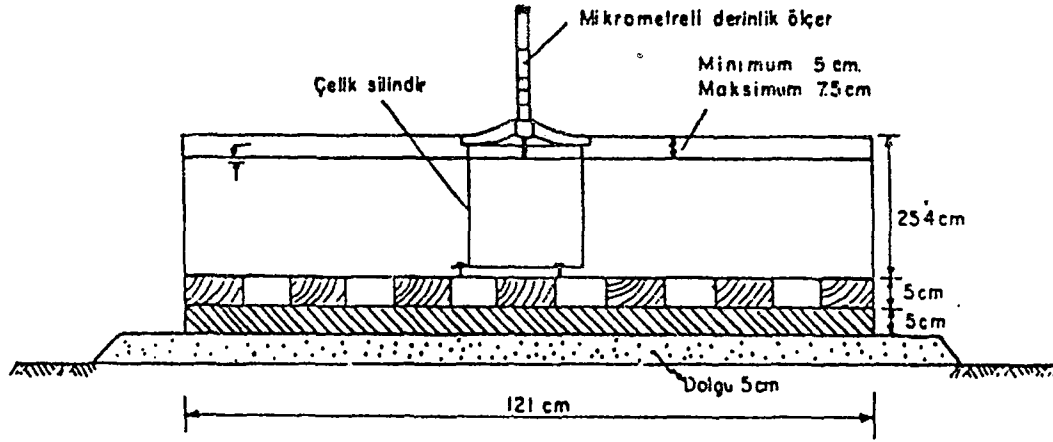
3.1.6. A Sınıfı Buharlaşma Kabı

Günlük buharlaşma miktarlarının ölçüldüğü standart A sınıfı buharlaşma kabı deneme parsellerinin hemen yanına yerleştirilmiştir. Kap 121 cm çapında, 25.4 cm yüksekliğinde,



Şekil 3.2. Bir sulama parselinin ayrıntısı

2 mm galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden ibarettir. Buharlaştırma kabının yerleştirildiği yerde 5 cm yüksekliğinde, üstü eğimsiz toprak dolgu yapılmış ve dolgu üzerine 10 cm yüksekliğinde, kap altından rüzgar hareketine izin veren ahşap iskele yerleştirilmiştir. Kap içerisinde, ölçmeler sırasında dalgalanmayı engelleyen 17.5 cm çapında 23 cm yüksekliğinde, alttan su girişine izin veren çelik silindir bulunmaktadır (Şekil3.3). Kaptaki,su düzeyi değişimleri mm'nin 1/100'ü duyarlılıkta mikrometrelilikte derinlik ölçme aracı ile ölçülmüştür. Söz konusu araç kap içerisindeki çelik silindir içersine yerleştirilmiştir.



Şekil 3.3. A sınıfı buharlaşma kabı kesiti

Hayvanların kaptan su içmelerini engellemek amacıyla, kap üzerine bir tel kafes yerleştirilmiştir (Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

3.1.7. Kullanılan Arpacığın Özellikleri

Araştırmada, Tekirdağ yöresinde yaygın olarak tarımı yapılan Yarım İmrallı çeşidi arpacık kullanılmıştır. Bu arpacıktan yetişen bitkinin boyu yaklaşık 35 cm, yaprak sayısı 7-8, ortalama baş ağırlığı 50 g civarındadır. Vejetasyon süresi uzun olan bölgelerde yetiştirilen bu çeşidin kuru koşullarda ortalama verimi 2 ton/da civarındadır (Arın 1993).

3.1.8. Kullanılan Bilgisayar Paket Programları

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yazılmasında, grafiklerin hazırlanmasında ve çeşitli eşitliklerin eldesinde MSTAT, QPRO ve Macintosh platformuna uyumlu CRICKETGRAF isimli bilgisayar paket programları kullanılmıştır.

Bitki su tüketimi hesaplama işlemlerinde yine QPRO bilgisayar programlarından yararlanılmıştır. Referans bitki su tüketimi hesaplarında ise IRSIS ve DAVIS isimli bilgisayar paket programları kullanılmıştır.

3.2.Yöntem

Bu bölümde arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir.

3.2.1. Arazi Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

3.2.1.1. Toprak ve Su Örneklerinin Alınması

Denemelere başlamadan önce, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ve verimlilik analizleri için bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Açılan üç farklı profilden 0-20, 20-40 ve 40-60 cm toprak katmanlarından alınan bozulmamış toprak örneklerinden tarla kapasitesi ve hacim ağırlığı, bozulmuş örneklerden de solma noktası ve bünye sınıfı değerleri Blake (1965) ile Benami ve Diskin'de (1965) verilen ilkelere göre belirlenmiştir. Verimlilik analizlerinde yine 0-20 ve 20-40 cm derinliklerde alınan bozulmuş toprak örneklerinden yararlanılmıştır.

Parsellere uygulanan net sulama suyu miktarını saptamak amacıyla, sulama uygulamaları öncesinde 0-20 ve 20-40 cm toprak derinliklerinden ayrıca, kısa periyotlu bitki su tüketimi değerlerini elde etmek amacıyla, deneme süresince her ayın yaklaşık olarak 10, 20, 30 ya da 31. gününe denk gelecek biçimde ve mutlaka sulama uygulamaları öncesinde olmak üzere 0-20, 20-40 ve 40-60 cm toprak derinliklerinde burgu ile bozulmuş örnekler alınmıştır.

Sulama suyu kalite sınıfı Ayyıldız'da (1983) belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

3.2.1.2. Toprağın Su Alma Hızının Ölçülmesi

Toprağın su alma hızının saptanmasında, gerek uygulama kolaylığı gerekse kısa sürede sonuç vermesi nedeniyle çift silindir infiltrometre yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında Yıldırım'da (1993) belirtilen ilkelere uygun biçimde ölçmeler yapılmış ve değerlendirilmiştir.

3.2.1.3. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla, her gün saat 09.00'da buharlaşma kabındaki su düzeyi ölçülmüştür. Ölçülen su düzeyi değeri ile bir gün önce ölçülen su düzeyi arasındaki fark alınarak günlük buharlaşma miktarı saptanmıştır. Su düzeyi ölçmeleri 0.01 mm duyarlılıktaki mikrometrelili derinlik ölçer ile sürekli aynı noktada yapılmıştır. Su düzeyindeki alçalma miktarı 25 mm civarında olduğunda kabın üstüne 5 cm hava payı kalacak şekilde su ilave edilmiştir. Bunun yanında her hafta kap içerisindeki su tamamen boşaltılarak kap yıkanmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

3.2.1.4. Deneme Tertibi

Araştırmada, soğan bitkisinin kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmını içeren 3 konu ile hiç sulama yapılmayan bir konu, toplam 4 konunun denenmesi planlanmıştır. Deneme konuları;

I_{0.30}: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30'u tüketildiğinde sulamaya başlanacak konu,

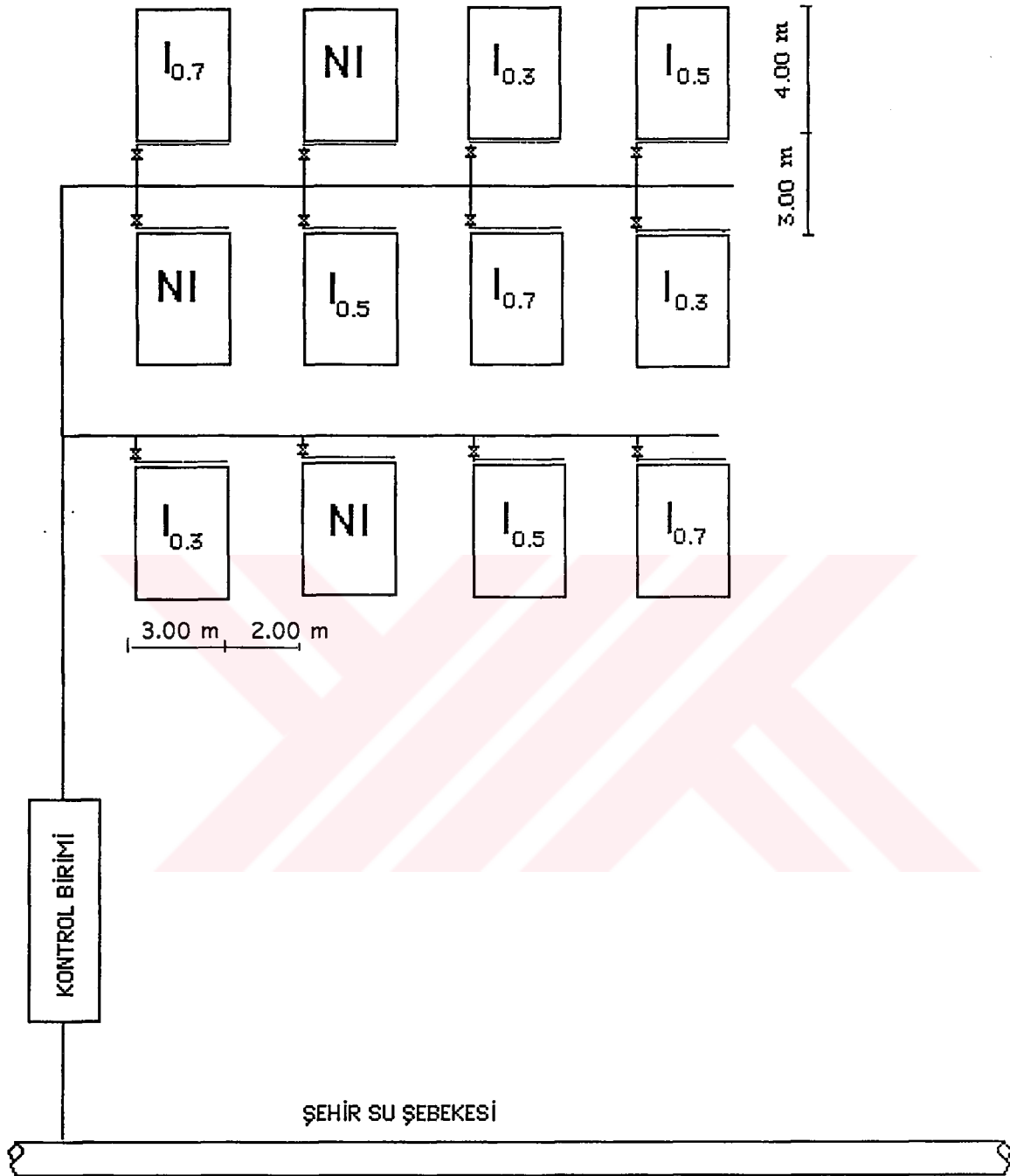
I_{0.50}: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde sulamaya başlanacak konu,

I_{0.70}: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 70'i tüketildiğinde sulamaya başlanacak konu,

NI: Sulama yapılmayacak konu

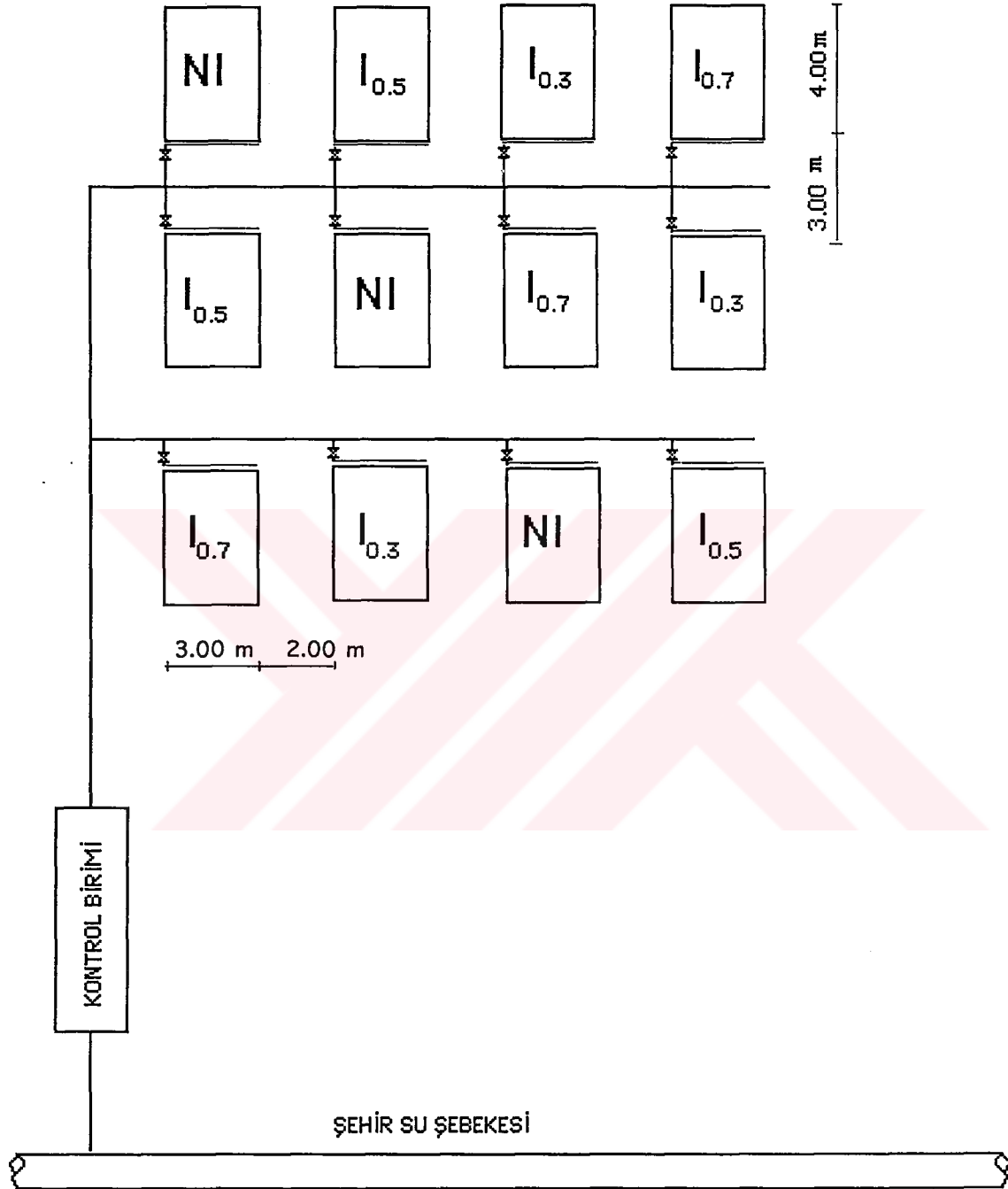
biçiminde düzenlenmiştir.

Deneme, tesadüf bloklarında 3 tekrarlı olarak tertiplenmiştir. Konular bloklara rasgele dağıtılmıştır (Yurtsever 1982). Her iki yıla ilişkin deneme desenleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de, bir parselin ayrıntısı ise Şekil 3.6'da verilmiştir. Değinilen şekillerden izleneceği gibi, deneme alanı 18.00 x 18.00 m boyutlarında toplam 324.00 m² dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 4 adet parsel yer almıştır. Bir deneme parseli 3.00 x 4.00 m boyutlarında olmak üzere toplam



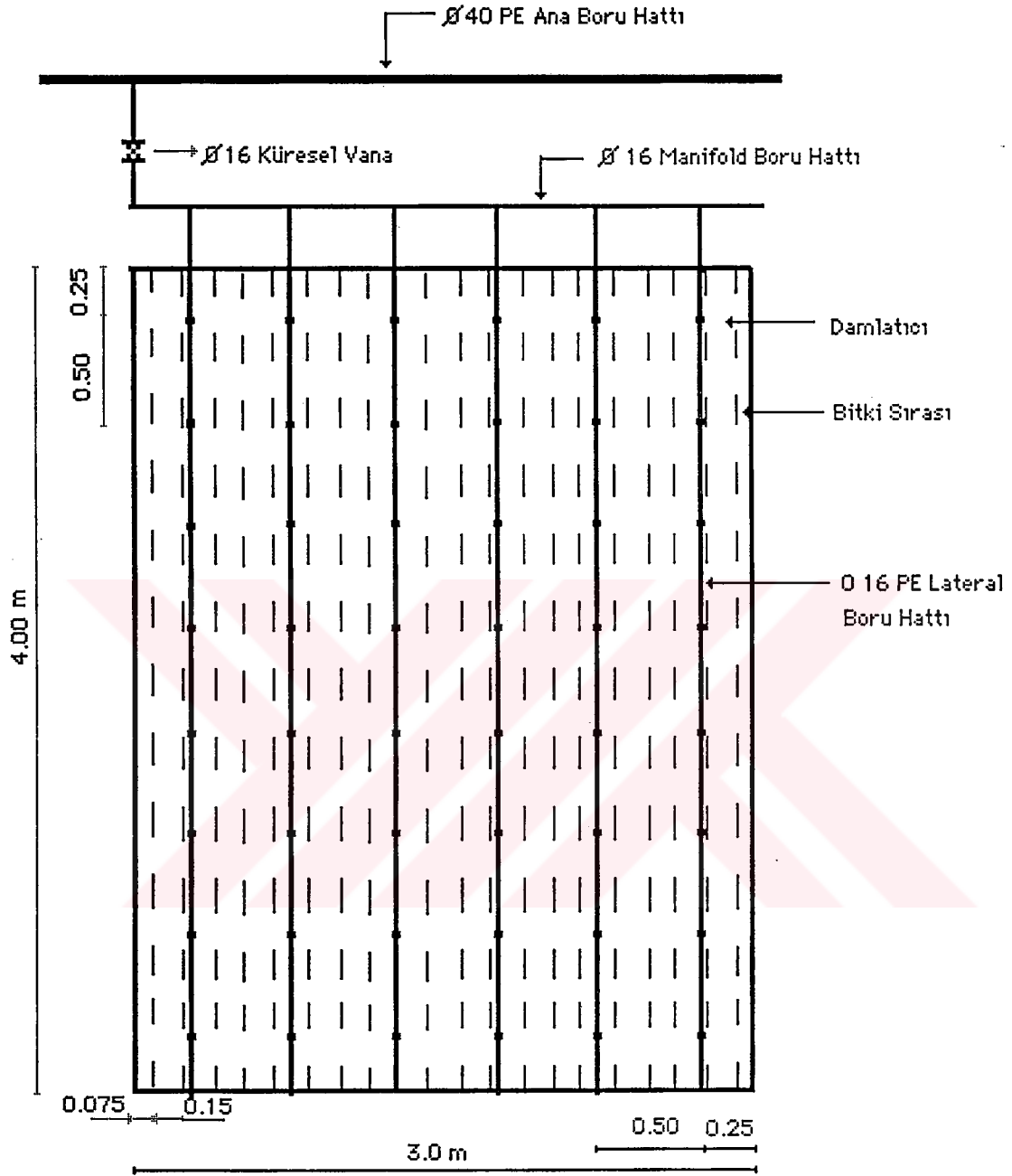
Şekil 3.4. 1997 yılına ilişkin deneme deseni

12.0 m² alana sahiptir. Bir deneme parselinde 20 bitki sırası bulunmaktadır. Bitkilerin sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri 0.15 m'dir. Tüm kenarlardaki birer bitki sırası, kenar etkisi



Şekil 3.5. 1998 yılına ilişkin deneme deseni

göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece, hasat parseli boyutları 2.70 x 3.70 m olmak üzere yaklaşık 10.00 m² dir . Bitki sayısı deneme parselinde yaklaşık



Şekil 3.6. Bir deneme parselinin ayrıntısı

530 adet, hasat parselinde ise 440 adet civarındadır. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulama sonucunda sızma yolu ile oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında 2 m, bloklar arasında ise 3 m boşluk bırakılmıştır.

3.2.1.5. Sulama Suyunun Uygulanması

Parsellerde lateral ve damlatıcı aralığı 0.50 m olduğundan parsel içerisindeki alanın tamamı ıslatılmış ve kuru alan bırakılmamıştır.

Denemede 1 atm işletme basıncında 4 L/h debi veren inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır

3.2.1.6. Tarım Tekniği

Deneme alanı bitkinin dikiminden önceki sonbaharda iki kez sürülmüş, Nisan ayları başlarında da tırmık geçirilerek yabancı otlar temizlenmiş ve büyük kesekler ufalanmıştır. Ekim öncesinde ise deneme parselleri oluşturulmuştur.

Piyasa koşullarından temin edilen Yarım İmrallı tipi arpacık, 1997 yılında 1 Mayıs, 1998 yılında 15 Nisan'da tarla hazırlığı tamamlanan parsellere dikilmiştir. Her iki yılda da toprak tavi ve yağışlar uygun olduğundan, bitkiye ekim sonrası çimlenme ve çıkış suyu uygulanmamıştır.

Tohumların çimlenme çıkışından itibaren gerektiği zamanlarda çapalama yapılarak, yabancı otlar temizlenmiş ve toprak havalandırılmıştır.

Gübreleme, verimlilik analizlerine göre yapılmıştır. Bu amaçla, her iki yılda da ekim öncesinde 20 kg/da % 20 N, % 20 P içeren gübre toprağa serpilmiş ve karıştırılmıştır.

Deneme konularına 1997 yılına 13 Mayıs, 1998 yılında 6 Haziran tarihlerinde başlanmıştır. Sulamalar her iki yılda da hasat tarihinden yaklaşık 20 gün önce kesilmiş, bir kaç gün sonra da parseller üzerinden hafif bir silindir geçirilerek yaprakların kırılması ve yatması sağlanmış, böylece bitki köklerinin toprağa tutunarak gelişimi engellenmiş ve bitki hasada hazırlanmıştır.

Hasat, bitkinin toprak üstü aksamının canlılığını kaybetmesinden sonra yapılmıştır. Çıkarılan soğanlar her parselin içerisinde bırakılarak, 10 gün süre ile kurutulmuştur. Daha sonra her bir soğanın yaprakları ve kökleri kopartılarak temizlenmiş, ölçüme hazır hale getirilmiştir. Her hasat parselinden toplanan soğanlar tartılarak parsel verimi saptanmıştır.

Ayrıca, rastgele alınan 10 soğanın tek tek ağırlıkları (g), boyları (mm), çapları (mm) ve kuru madde miktarları (%) ölçülmüştür.

3.2.2. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

Toprağın sulama uygulamalarında kullanılacak özelliklerini saptamak amacıyla 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliklerinden alınan bozulmuş toprak örneklerinde, toprak bünyesi Bouyocous'da (1951) verilen esaslara göre hidrometre yöntemi ile Millar vd. (1966) tarafından verilen toprak bünyesi sınıflandırılma üçgeninden yararlanılarak, solma noktası değerleri ise membranlı basınç aleti kullanılarak Thorne ve Peterson (1954), Sönmez ve Ayyıldız'da (1964) verilen esaslara göre saptanmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinden toprağın hacim ağırlığı Blake (1965), tarla kapasitesi Thorne ve Peterson (1954), Sönmez ve Ayyıldız'da (1964) verilen esaslara göre belirlenmiştir.

Toprağın verimlilik analizlerini saptamak amacıyla 0-20 ve 20-40 cm toprak katmanlarından alınan bozulmuş toprak örnekleri Bucman ve Brady (1962), Sönmez ve Ayyıldız (1964), Allison ve Moddie (1965), Bower ve Wilcox (1965), Bremner (1965) ile Hızalan ve Ünal'da (1966) belirtilen esaslara göre analiz edilmiştir.

Sulama suyu kalite analizleri Ayyıldız'da (1983) verilen esaslara göre yapılmıştır.

Elde edilen soğanların kuru madde miktarları refraktometre yöntemi ile Anonymous (1989)'da belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

3.2.2.1. Topraktaki Nem Miktarının Belirlenmesi

Topraktaki nem miktarının belirlenmesinde 0-20, 20-40 ve 40-60 cm toprak katmanlarından burgu ile alınan bozulmuş toprak örneklerinden yararlanılmış ve mevcut nem gravimetrik yöntemle saptanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

3.2.3. Büro Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

3.2.3.1. Damla Sulama Sisteminde Damlatıcı Aralığının Saptanması

Lateral boru hattı boyunca damlatıcı aralığı;

$$S_d = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.1)$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Papazafiriou 1980). Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L/h,

I : Toprağın su alma hızı, mm/h'tır

3.2.3.2. Sulama Zamanı, Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Süresinin Saptanması

Sulama zamanının belirlenmesinde, topraktaki nem miktarı değişimi esas alınmıştır. Sulamada ıslatılacak toprak derinliği olarak, soğan bitkisinin etkili kök derinliği olan 40 cm'lik toprak derinliği dikkate alınmıştır. Deneme konularına göre etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30, % 50 ve % 70'i tüketildiğinde sulamalara başlanılmıştır.

Toprak nemi ölçmeleri ekim ile başlamış, sulamalardan hemen önce ve sulamalar arasında sürdürülmüştür.

Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı;

$$d_n = \frac{(TK - MN)}{100} \gamma_t . D . P \quad (3.2)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989). Eşitlikte;

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

TK: Tarla kapasitesi, %,

MN: Mevcut nem, %,

D: Etkili kök derinliği, mm,

P: Islatılan alan yüzdesi, %,

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı, g/cm³,

değerlerini göstermektedir. Eşitlikte yer alan ıslatılan alan yüzdesi ise

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

eşitliği ile hesaplanır (Güngör ve Yıldırım 1989). Burada:

P: Islatılan alan yüzdesi, %,

Sd: Damlatıcı aralığı, m,

Sı: Lateral aralığı, m,

değerlerini göstermektedir. Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminde damlatıcı ve lateral aralıkları birbirine eşit olduğu için tüm alan ıslatılmakta, başka bir deyişle $P = 1.0$ olmaktadır

Her bir sulama konusu için sulama süresi;

$$t_s = \frac{A \cdot d_n}{q \cdot n_d} \quad (3.3)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;

t_s : sulama süresi, h,

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

A: Sulanacak parselin alanı, m^2 ,

q: Damlatıcı debisi, l/h ve

n_d : Parseldeki damlatıcı sayısı, adet

değerlerini göstermektedir.

3.2.3.3. Bitki Su Tüketiminin Saptanması

Bitki su tüketimi deneme süresince yaklaşık on günlük periyotlarda olacak biçimde 60 cm toprak derinliğindeki su dengesi esasına göre;

$$ET = d_1 + P + I - d_2 \quad (3.4)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm,

d_1 : Periyot başlangıcındaki toprak nemi, mm / 60 cm

P: Periyot boyunca düşen yağış, mm,

I: Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı, mm ve

d_2 : Periyot sonundaki toprak nemi, mm / 60 cm

değerlerini göstermektedir. Elde edilen bu değerler, dikkate alınan periyodun gün sayısına bölünerek günlük ortalama bitki su tüketimi değerleri bulunmuştur

3.2.3.4. Bitki Su Tüketiminin Tahmin Edilmesi ve Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri İle Karşılaştırılması

İklim verilerinden tahmin yöntemleri ile potansiyel ya da referans bitki su tüketimi değerleri, ikinci bölümde (2.3), (2.4), (2.5), (2.6), (2.7) eşitlikleri ile verilen Jensen-Haise (J-H), (2.8), (2.9), (2.10), (2.11), (2.12), (2.13), (2.14) eşitlikleri ile verilen Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO), (2.15), (2.16), (2.17), (2.18), (2.19), (2.20), (2.21), (2.22), (2.23), (2.24), (2.25) eşitlikleri ile verilen Penman-Monteith (P-M), (2.26) eşitliği ile verilen kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu (A-FAO) ve (2.27), (2.28), (2.29), (2.30), (2.31) eşitlikleri ile verilen kap buharlaşma yönteminin Christiansen-Hargreaves modifikasyonu (A-CH) ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar da Çizelge 3.1'de verilen iklim elemanları kullanılmıştır. Söz konusu yöntemlere ilişkin hesaplamalarda materyal bölümünde 3.1.8'de belirtilen bilgisayar paket programları kullanılmış, bu programlarda olmayan yöntemlere ilişkin hesaplamalar elle yapılmıştır.

Yöre koşullarına göre, dikkate alınan bitki su tüketimi eşitliklerinden hangisinin en sağlıklı tahmini verdiğine ilişkin 3 farklı kriter göz önüne alınmıştır. Bunlar;

- 1- Ölçülen bitki su tüketim değerleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi arasındaki korelasyon katsayısı (r),
- 2- Tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerinin elde edildiği eşitliğin gerçek bitki su tüketimi değerini mevsimlik karşılama yüzdesi (% ET) ve
- 3- Hata kareler ortalaması (RMS)'dir. Bu değerler aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Yurtsever 1982).

$$RMS = \left[\frac{\sum D^2}{n} \right]^{0.5} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

$\sum D^2$: Ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile tahmin edilen referans bitki su tüketimi arasındaki farkların kareler toplamı ve

n: Gözlem sayısıdır.

Değerlendirmede, hata kareler ortalaması (RMS) en küçük, korelasyon katsayısı (r) en yüksek ve tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerinin elde

edildiği eşitliğin, gerçek bitki su tüketimi değerini mevsimlik karşılama yüzdesi (% ET) 1'e en yakın olan tahmin yönteminin deneme koşulları için daha sağlıklı sonuçları verdiği yaklaşımı yapılmış ve bu yönteme ilişkin bitki katsayısı eğrisi hazırlanmıştır (Orta 1997, Kadayıfçı ve Yıldırım 1998)

3.2.2.5. Bitki Katsayısı Eğrisinin Elde Edilmesi

Deneme koşullarında ölçülen gerçek bitki su tüketimi değerleri, en uygun tahmin eşitliği ile belirlenen referens bitki su tüketimi değerlerine bölünerek söz konusu yönteme ilişkin bitki katsayısı elde edilmiştir. Ardışık on günlük periyotlar için belirlenen bitki katsayısı değerleri, bitkinin büyüme oranlarına (P) göre bir dik koordinat sisteminde işaretleterek k_c bitki katsayısı eğrisi elde edilmiştir (Yıldırım 1993).

3.2.3.7. İstatistiksel Analizler

Deneme konularından elde edilen soğan verimi, birim soğan ağırlığı, soğan çapı, soğan boyu ve kuru madde miktarları arasındaki farklılıklar varyans analizi ile, konuların sınıflandırılması Duncan testi ile Düzgüneş (1963) ve Yurtsever'de (1982) verilen esaslara göre yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel analizlerine ilişkin sonuçlar, sulama suyu kalite analizi sonuçları, damla sulama sistemindeki damlatıcı ve lateral özelliklerine ilişkin sonuçlar, uygulanan sulama suyu miktarı ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları, bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar, deneme konularından elde edilen verim, soğan baş ağırlığı, soğan baş boyu, soğan baş çapı ve kuru madde miktarına ilişkin sonuçlar verilmiş ve bunlar tartışılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları

4.1.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Denemeler 1997 ve 1998 yıllarında aynı alanda yürütülmüştür. Bu alandaki, farklı toprak katmanlarından alınan örneklerin fiziksel özelliklerine ilişkin analiz sonuçları, Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelgeden izleneceği gibi, tüm katmanlarda bünye sınıfı kildir. Farklı toprak katmanlarında tarla kapasitesi değerleri % 29.0 ile % 26.1, solma noktası değerleri % 19.5 ile % 18.4 arasında değişmektedir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri ise 61.0 mm / 40 cm ile 81.9 mm / 60 cm'dir

4.1.2. Sulama Suyu Kalite Sınıfı

Yapılan analizleri sonucunda sulama suyu kalite sınıfı C_2S_1 olarak elde edilmiştir.

4.1.3. Toprağın Su Alma Hızı Sonuçları

Çift silindir infiltrometre testi sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri $I=12.0$ mm/h olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Deneme Alanı Topraklarının Fiziksel Özellikleri

Profil derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
			%	mm	%	mm	%	mm
0-20	C	1.56	29.0	90.5	18.6	58.2	10.4	32.3
20-40	C	1.57	27.6	86.5	18.4	57.8	9.2	28.7
40-60	C	1.57	26.1	82.0	19.5	61.1	6.6	20.9
0-40	C			177.0		116.0		61.0
0-60	C			259.0		177.1		81.9

4.2. Damlatıcı ve Lateral Aralığı Sonuçları

Damlatıcı aralığı (S_d), damlatıcı debisi ($q=4$ L/h) ve toprağın gerçek su alma hızı ($I=12.0$ mm/h) değerleri 3.1 no'lu eşitlikte yerine konularak 0.52 m olarak hesaplanmıştır. Denemede, bitki sıra aralığının dar olması nedeniyle alanın tamamının ıslatılması planlanmış ve damlatıcı aralığı lateral aralığına eşit olarak alınmış böylece, alanın tam olarak ıslatılması sağlanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

Denemede, inline tipi damlatıcılara sahip lateral borular kullanıldığından piyasada mevcut 0.50 m damlatıcı aralığına sahip 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular seçilmiş ve sistem tertibi, damlatıcı aralığı ve lateral aralığı 0.50 m olacak biçimde yapılmıştır.

4.3. A Sınıfı Kaptan Ölçülen Buharlaşma Miktarı Sonuçları

Denemenin yürütüldüğü 1997 ve 1998 yıllarında ekim tarihinden başlayarak, hasat tarihine kadar olan dönemde, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, 1997 yılında ölçülen toplam buharlaşma miktarı 483.3 mm'dir. En yüksek buharlaşma ortalama 7.6 mm/gün ile 1-10 Temmuz tarihleri arasındaki 10 günlük periyotta meydana gelmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, ölçülen

Çizelge 4.2. A Sınıfı Kaptan Ölçülen Buharlaşma Miktarları (mm)

YILLAR	GÜNLER	AYLAR			
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1997	1-10	42.3	37.3	76.2	20.8*
	11-20	53.7	44.6	49.2	--
	21-31	43.0	66.0	50.2	--
	1-30, (31)	139,0	147.9	175.6	--
1998					

* 1-3 Ağustos tarihleri arasındaki toplam buharlaşma miktarı

** 15-20 Nisan tarihleri arasındaki toplam buharlaşma miktarı

*** 21-28 Temmuz tarihleri arasındaki toplam buharlaşma miktarı

toplam buharlaşma miktarı 442.1 mm'dir. En yüksek buharlaşma yine, ortalama 5.7 mm/gün ile 1-10 Temmuz arasındaki 10 günlük periyotta ölçülmüştür.

4.4. Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketim Sonuçları

Deneme konularına göre 1997 ve 1998 yıllarında ekim tarihinden hasat tarihine kadar olan süre içerisinde sulama yapılan tarihler, 40 cm toprak katmanındaki nem değerleri ve bu değerlere göre uygulanan sulama suyu miktarları, Çizelge 4.3 ve 4.4'de verilmiştir. Ayrıca, her iki yılda deneme süresince 60 cm toprak katmanındaki nem değişimi, ölçülen yağış değeri, uygulanan sulama suyu miktarı ve yaklaşık on günlük periyotlarda topraktaki nem değişimine göre (3.4) nolu eşitlik ile hesaplanan bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.5 ve 4.6'da görülmektedir. Bitki su tüketimi hesaplarında, soğanın etkili kök derinliği 40 cm olarak alınmasına karşın derine sızabilecek suyun da değerlendirilebilmesi için 60 cm'lik toprak derinliğindeki nem değişimleri dikkate alınmıştır. Bitki su tüketimi önce yaklaşık on günlük periyotlar için hesaplanmış ve söz konusu periyodun ortalaması ortalama günlük

Çizelge 4.3. 1997 Yılında Deneme Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları

Konu	Sulama tarihi	Toprak nemi (mm/40cm)	Sulama Suyu (mm)
I _{0.30}	13.5	111.1	65.9
	22.5	139.7	37.3
	25.5	156.8	20.2
	30.5	160.2	16.8
	3.6	157.1	19.9
	6.6	157.4	19.6
	17.6	153.9	23.1
	20.6	162.8	14.2
	26.6	154.0	23.0
	30.6	156.0	21.0
	3.7	154.5	22.5
	6.7	160.8	16.2
	10.7	156.0	21.0
	14.7	158.3	18.7
	Toplam		339.4
I _{0.50}	13.5	111.1	65.9
	22.5	139.7	37.3
	25.5	150.3	26.7
	5.6	150.8	26.2
	11.6	147.8	29.2
	20.6	146.3	30.7
	28.6	149.8	27.2
	30.6	155.3	21.7
	6.7	145.7	31.3
	10.7	150.0	27.0
	Toplam		323.2
I _{0.70}	13.5	111.1	65.9
	22.5	139.7	37.3
	3.6	138.1	38.9
	20.6	138.5	38.5
	30.6	136.2	40.83
	6.7	134.9	42.1
	14.7	133.7	43.3
	Toplam		306.8

Çizelge 4.4. 1998 Yılında Deneme Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları

Konu	Sulama tarihi	Toprak nemi (mm/40cm)	Sulama Suyu (mm)
I _{0.30}	6.6	158.1	18.9
	12.6	158.0	19.0
	16.6	154.0	23.0
	19.6	162.6	14.4
	22.6	158.0	19.0
	26.6	156.1	20.9
	30.6	163.0	14.0
	2.7	163.2	13.8
	4.7	160.7	16.3
	8.7	161.5	15.5
	14.7	160.6	16.4
	16.7	153.6	23.4
	19.7	164.3	12.7
		Toplam	
I _{0.50}	12.6	144.3	32.7
	17.6	145.2	31.8
	24.6	140.4	36.6
	28.6	147.9	29.1
	2.7	143.6	33.4
	8.7	148.2	28.8
	14.7	148.8	28.2
	Toplam		220.6
I _{0.70}	16.6	134.6	42.4
	22.6	135.6	41.4
	28.6	134.1	42.9
	16.7	136.0	41.0
		Toplam	

bitki su tüketimi olarak değerlendirilmiştir. Deneme süresi boyunca düşen yağışın tamamı, etkili yağış olarak alınmıştır.

Çizelge 4.3 ve 4.4'dan izleneceği gibi, denemenin birinci yılında topraktaki nemi tarla kapasitesine çıkarabilmek için tüm konulara aynı tarihte 65.9 mm sulama suyu uygulanmış

ve böylece deneme konularına başlanmıştır. İlk yıl boyunca $I_{0.30}$ konusuna 14 kez yapılan sulama ile toplam 339.4 mm, $I_{0.50}$ konusuna 10 kez yapılan sulama ile toplam 323.2 mm, $I_{0.7}$ konusuna 7 kez yapılan sulama ile toplam 306.8 mm sulama suyu uygulanmıştır. Denemenin ikinci yılında yağışların fazla ve uzun süreli olması nedeniyle, sulamalara ancak Haziran ayında başlanmış ve $I_{0.30}$ konusuna toplam 13 kez sulama ile 227.3 mm, $I_{0.50}$ konusuna toplam 7 kez sulama ile 220.6 mm ve $I_{0.70}$ konusuna toplam 4 kez sulama ile 167.7 mm sulama suyu uygulanmıştır. Her iki yılda da toplam sulama suyu miktarları ve sulama sayıları kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30'unun tüketildiği deneme konularında en yüksek, % 70'inin tüketildiği deneme konularında ise en düşük olmuştur. Bunun yanında, denemenin ikinci yılında deneme süresince düşen yağışların toplamı birinci yıla göre % 100 daha fazla olduğundan, uygulanan toplam sulama suyu miktarları birinci yılda uygulanan değerlerin % 55-68'i kadar olmuştur. Aynı zamanda, deneme konularına uygulanan toplam sulama sayılarında da birinci yıla göre % 7-43'lük bir azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilen günlük ortalama bitki su tüketimi değerleri deneme konularına göre grafiklendirilerek Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Değinilen şekil ve çizelgelerden izleneceği gibi ortalama günlük bitki su tüketimi değerleri 1997 yılında $I_{0.30}$ konusunda 1.4-7.3 mm/gün, $I_{0.50}$ konusunda 1.4-7.0 mm/gün, $I_{0.70}$ konusunda 1.4-7.8 mm/gün ve kuru konuda ise 1.1-3.2 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerler 1998 yılında aynı sıra ile 1.1-9.3 mm/gün, 1.3-10.3 mm/gün, 1.3-9.9 mm/gün ve 0.8-5.1 mm/gün olarak elde edilmiştir. Sözkonusu değerler, 1997 yılında $I_{0.30}$ konusunda en yüksek olmuş, $I_{0.50}$ ve $I_{0.70}$ konularında düşmüş ve kuru konuda ise en düşük değere ulaşmıştır. Denemenin ikinci yılında ise $I_{0.30}$, $I_{0.50}$ ve $I_{0.70}$ konularında elde edilen ortalama günlük bitki su tüketimi değerlerinin birbirlerine oldukça yakın olduğu, kuru konudan elde edilen değerlerin ise sulanan konulara göre daha düşük gerçekleştiği, ancak birinci yılda kuru konudan elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, denemenin ikinci yılında yağışların birinci yıla göre % 100 oranında fazla olması, dolayısı ile bitkinin birinci yıla göre daha az su stresine girmesine bağlanabilir

Çizelge 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da verilen mevsim boyunca uygulanan toplam sulama suyu miktarı ve elde edilen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.7'de özetlenmiştir. Çizelge 4.7'den izleneceği gibi, denemenin ilk yılında $I_{0.30}$ ve $I_{0.50}$ konularındaki mevsimlik bitki su tüketimi değerleri çok yakın olmasına karşın, $I_{0.70}$ konusunda elde edilen toplam su tüketimi

Çizelge 4.5. 1997 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Konu	Tarih	Toprak nemi (mm/ 60 cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I _{0,30}	1.5	205.6	--	1.5	13.9	1.4
	10.5	193.2	65.9	--	32.5	3.3
	20.5	226.6	57.5	3.2	45.3	5.0
	29.5	242.0	56.3	9.4	47.6	4.0
	10.6	260.1	23.1	25.5	65.6	7.3
	19.6	243.1	37.2	--	44.0	4.4
	29.6	236.3	59.7	--	60.7	6.1
	9.7	235.3	39.7	36.9	73.2	6.7
	20.7	238.7	--	9.9	44.1	4.0
	31.7	204.5	--	5.8	8.6	2.9
	3.8	201.7				
	TOPLAM	+3.9	339.4	92.2	435.5	
	I _{0,50}	1.5	205.6	--	1.5	13.9
10.5		193.2	65.9	--	32.5	3.3
20.5		226.6	64.0	4.2	60.2	5.5
31.5		234.6	26.2	8.4	39.5	4.0
10.6		229.7	29.2	25.5	54.6	6.1

Çizelge 4.5. (Devam) 1997 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Konu	Tarih	Toprak nemi (mm/ 60 cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I _{0.50}	19.6	229.8	57.9	--	48.9	4.9
	29.6	238.8	53.0	--	61.6	6.2
	9.7	230.2	27.0	36.9	76.5	7.0
	20.7	217.6	--	9.9	43.9	4.0
	31.7	183.6	--	5.8	6.5	2.2
	3.8	182.9				
	TOPLAM	+22.7	323.2	92.2	438.1	
	I _{0.70}	1.5	205.6	--	1.5	13.9
10.5		193.2	65.9	--	32.5	3.3
20.5		226.6	37.3	3.2	31.9	3.5
29.5		235.2	38.9	9.4	51.0	4.3
10.6		232.5	--	25.5	44.3	4.9
19.6		213.7	38.5	--	47.8	4.8
29.6		204.4	82.9	--	59.6	5.4
10.7		227.7	43.3	36.9	77.7	7.8
20.7		230.2	--	9.9	32.9	3.3
30.7		207.2	--	5.8	2.6	0.7

Çizelge 4.5. (Devam) 1997 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Konu	Tarih	Toprak nemi (mm/ 60 cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I _{0.70}	3.8	210.4				
	TOPLAM	-4.8	306.8	92.2	394.2	
NI	1.5	205.6	--	1.5	13.9	1.4
	10.5	193.2	--	--	20.3	2.0
	20.5	172.9	--	4.2	13.0	1.2
	31.5	164.1	--	8.4	10.9	1.1
	10.6	161.6	--	25.5	25.8	2.6
	20.6	161.3	--	--	12.4	1.2
	30.6	148.9	--	--	8.6	0.9
	10.7	140.3	--	36.9	32.4	3.2
	20.7	144.8	--	9.9	34.4	3.1
	31.7	120.3	--	5.8	5.3	1.8
	3.8	120.8				
	TOPLAM	+84.8		92.2	177.0	

değeri yaklaşık % 10, kuru konudan elde edilen su tüketimi değeri ise % 60 daha az olmuştur. Denemenin ikinci yılında ekim tarihinden Haziran ayı başlarına kadar geçen sürede yağışlar nedeniyle sulama yapılamadığından günlük bitki su tüketimi değerleri eşit olarak elde edilmiştir. Daha sonra, sulamalar ile farklar oluşmaya başlamış ancak, I_{0.30} , I_{0.50} ve I_{0.70} konularından elde edilen değerler birbirlerine oldukça yakın seyretmiş, kuru konudan elde

Çizelge 4.6. 1998 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

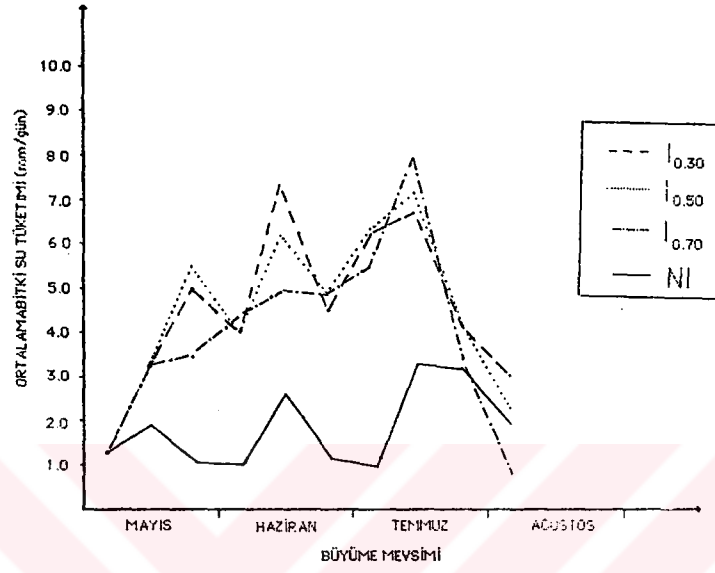
Konu	Tarih	Toprak nemi (mm/60 cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)	
I _{0,30}	15.4	238.8	--	--	7.5	1.3	
	20.4	231.3	--	39.9	29.7	3.0	
	30.4	241.5	--	16.3	18.8	1.9	
	10.5	239.0	--	30.6	22.0	2.2	
	20.5	247.6	--	15.5	19.2	1.7	
	31.5	243.9	18.9	15.1	32.2	3.2	
	10.6	245.7	42	2.5	45.1	5.6	
	18.6	245.1	54.3	6.0	73.4	6.1	
	30.6	232.0	59.6	58.2	93.4	9.3	
	10.7	256.4	39.8	--	52.0	6.5	
	18.7	244.2	12.7	--	10.9	1.1	
	28.7	246.0					
	TOPLAM		-7.2	227.3	184.1	404.2	
	I _{0,50}	15.4	238.8	--	--	7.5	1.3
20.4		231.3	--	39.9	29.7	3.0	
30.4		241.5	--	16.3	18.8	1.9	
10.5		239.0	--	30.6	22.0	2.2	

Çizelge 4.6. (Devam) 1998 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

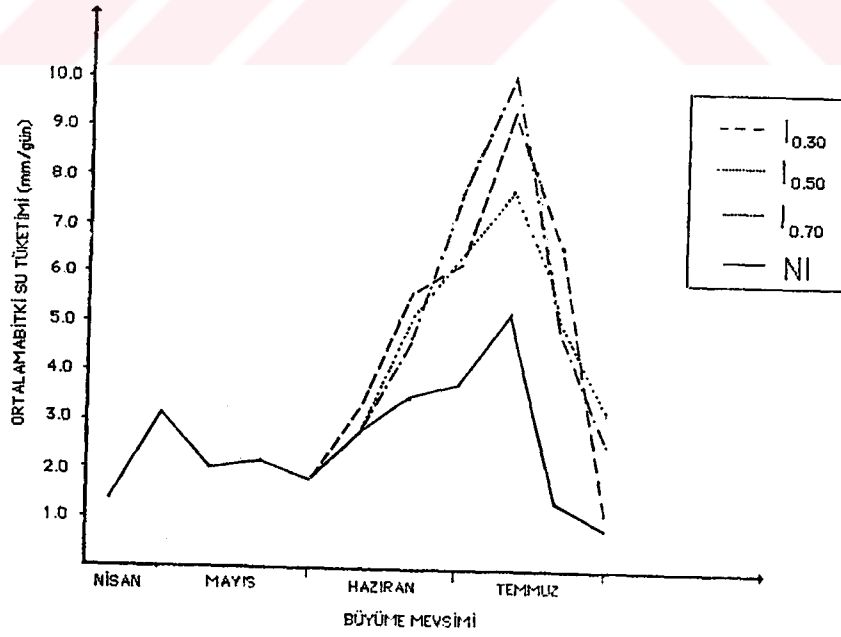
Konu	Tarih	Toprak nemi (mm/60 cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I _{0.50}	20.5	247.6	--	15.5	19.2	1.7
	31.5	243.9	--	15.1	27.0	2.7
	10.6	232.0	64.5	2.5	49.7	5.0
	20.6	249.3	65.7	6.0	75.6	7.6
	30.6	246.0	62.2	58.2	103	10.3
	10.7	263.4	28.2	--	50.2	5.0
	20.7	241.4	--	--	26.5	3.3
	28.7	241.9	--	--	--	--
	TOPLAM	+239	220.6	184.1	428.6	--
	I _{0.70}	15.4	238.8	--	--	7.5
20.4		231.3	--	39.9	29.7	3.0
30.4		241.5	--	16.3	18.8	1.9
10.5		239	--	30.6	22.0	2.2
20.5		247.6	--	15.5	19.2	1.7
31.5		243.9	--	15.1	27.0	2.7
10.6		232.0	42.4	2.5	44.7	4.5
20.6		232.2	--	--	--	--
TOPLAM		--	--	--	--	--

Çizelge 4.6. (Devam) 1998 Yılında Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarı ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Konu	Tarih	Toprak nemi (mm/60 cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I _{0.70}			84.3	6.0	76.7	7.7
	30.6	245.8	--	58.2	98.9	9.9
	10.7	205.1	41.0	--	47.9	4.8
	20.7	198.2	--	--	20.2	2.5
	28.7	178.0				
	TOPLAM	+60.8	167.7	184.1	412.6	
NI	15.4	238.8	--	--	7.5	1.3
	20.4	231.3	--	39.9	29.7	3.0
	30.4	241.5	--	16.3	18.8	1.9
	10.5	239.0	--	30.6	22.0	2.2
	20.5	247.6	--	15.5	19.2	1.7
	31.5	243.9	--	15.1	27.0	2.7
	10.6	232.0	--	2.5	34.4	3.4
	20.6	200.1	--	6.0	36.8	3.7
	30.6	169.3	--	58.2	51.2	5.1
	10.7	176.3	--	--	13.0	1.3
	20.7	163.3	--	--	6.0	0.8
	28.7	157.3				
	TOPLAM	+81.5		184.1	265.6	



a) 1997 yılı



b) 1998 yılı

Şekil 4.1. Deneme konularına göre ortalama günlük bitki su tüketimlerinin büyüme mevsimi boyunca değişimleri

Çizelge 4.7. Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu Miktarı [d_n (mm)] ve Elde Edilen Mevsimlik Bitki Su Tüketimi Değerleri [ET (mm)]

YILLAR	KONULAR						
	$I_{0,30}$		$I_{0,50}$		$I_{0,70}$		NI
	d_n	ET	d_n	ET	d_n	ET	ET
1997	339.4	435.5	323.2	438.1	306.8	394.2	177.0
1998	227.2	404.2	220.6	428.6	167.7	412.6	256.6

edilen mevsimlik bitki su tüketimi değeri diğer konuların ortalama mevsimlik bitki su tüketimi değerinden yaklaşık % 38 daha az olmuştur. Mevsimlik bitki su tüketimi denemenin birinci yılında $I_{0,30}$ ve $I_{0,50}$ konularında 435.5 ve 438.1 mm değerleri ile ikinci yılda aynı konulardan elde edilen 404.2 ve 428.6 mm değerlerinden yaklaşık olarak % 2-8 oranında daha fazla olmuştur. Buna karşın, $I_{0,70}$ konusunda mevsimlik bitki su tüketimi denemenin birinci yılında 394.2 mm, sulama yapılmayan konuda ise 177.0 mm, denemenin ikinci yılında aynı konulardaki sözkonusu değerler ise sırası ile 412.6 mm ve 256.6 mm olmuştur. Yukarıda verilen rakamlardan anlaşılacağı gibi, $I_{0,70}$ ve kuru konularda, diğer iki konunun aksine denemenin ikinci yılında toplam bitki su tüketimi değerleri birinci yıla göre % 5-50 oranında daha fazla olmuştur. Bunun nedeni, denemenin ikinci yılında düşen yağışların birinci yıla göre yaklaşık % 100 oranında fazla olması, bu nedenle topraktaki nemin dolayısı ile bitki su tüketiminin artması biçiminde yorumlanabilir.

4.5. Hasat Sonuçları

4.5.1. Soğan Verimine İlişkin Sonuçlar

Deneme konularından elde edilen birim alan soğan verimleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi 1997 yılında en yüksek ortalama verim 43.07 t/ha ile kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30'unun tüketildiği konuda, en düşük verim ise 17.40 t/ha ile sulama yapılmayan kuru konuda elde edilmiştir. Benzer değerlendirme 1998 yılı için yapıldığında, en yüksek verim $I_{0,30}$ konusunda 20.64 t/ha, en düşük verim susuz konuda 13.87 t/ha olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi, deneme konuları arasında önemli düzeyde verim farklılıkları vardır. Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans

analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.9 ve 4.10'da özetlenmiştir. Deneme konuları ile deneme yılları arasında interaksiyon bulunduğu varyans analizleri her iki yıl için ayrı yapılmıştır. Çizelge 4.9'dan izleneceği gibi denemenin her iki yılında soğan verimi açısından bloklar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamış, ancak, deneme konuları arasında $P < 0.01$ düzeyinde önemli farklılık olmuştur. Bu farklılığın belirlendiği Çizelge 4.10'da verilen Duncan testi sonuçlarına göre, denemenin ilk yılında $I_{0.30}$ konusu birinci gruba girmiş bunları sırası ile $I_{0.50}$ ve $I_{0.70}$ konusu izlemiş, en düşük verim ise NI

Çizelge 4.8. Deneme Konularına İlişkin Birim Alan Soğan Verimleri (t/ha)

Deneme konuları	1997 yılı			Ort.	1998 yılı			Ort.
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III		I	II	III	
$I_{0.30}$	47.24	38.23	43.75	43.07	20.22	21.65	20.04	20.64
$I_{0.50}$	33.55	36.85	42.19	37.53	19.88	18.48	18.02	18.70
$I_{0.70}$	32.71	37.27	37.44	35.81	18.33	17.26	16.29	17.29
NI	16.03	17.70	18.47	17.40	15.41	15.00	11.20	13.87

Çizelge 4.9. Soğan Verimlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıl	Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
1997	Bloklar	2	24.27	12.137	1.00
	Konular	3	1117.23	372.411	30.81**
	Hata	6	72.53	12.089	
	Genel	11	1214.03		
1998	Bloklar	2	9.80	4.901	4.53
	Konular	3	73.93	24.643	22.77**
	Hata	6	6.49	1.082	
	Genel	11	90.22		

** $P < 0.01$

Çizelge 4.10. Soğan Verimine İlişkin Duncan Testi Sonuçları

Yıl	Deneme Konuları	Ortalama	Duncan grupları (P=%5)	Duncan grupları (P=%1)
1997	I _{0.30}	43.07	A	A
	I _{0.50}	37.53	AB	A
	I _{0.70}	35.81	B	A
	NI	17.40	C	B
1998	I _{0.30}	20.64	A	A
	I _{0.50}	18.79	AB	AB
	I _{0.70}	17.29	B	B
	NI	13.87	C	C

konusunda olmuştur ($P < 0.05$). Denemenin ikinci yılında da sıralama tamamiyle aynı biçimde ortaya çıkmıştır. Gruplandırmanın aynı biçimde olmasına karşın, konuların ortalama verimleri yıllar arasında önemli düzeyde farklılık göstermektedir. Bunun nedeni, iklim koşullarına ve ön bitki farklılığına bağlanabilir.

Bu sonuçlara göre, soğan tarımında sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30'u tüketildiğine başlanması gerektiği söylenebilir. Ayrıca, yüksek verim için soğan bitkisinin mutlaka sulu koşullarda yetiştirilmesi gerekmektedir.

4.5.2. Soğan Baş Ağırlığına İlişkin Sonuçlar

Denemenin her iki yılında da elde edilen soğan baş ağırlıkları Çizelge 4.11, baş ağırlıklarına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12 ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Değerlenen çizelgelerden izlenebileceği soğan baş ağırlıkları açısından gerek 1997 gerekse 1998 yılında bloklar arasında önemli düzeyde bir farklılık gözlenmez iken, konular arasında $P < 0.01$ düzeyde farklılık bulunmuştur. Sözkonusu farklılığın düzeyini belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, her iki yılda I_{0.30} konusu birinci gruba girmiş, I_{0.50} ve I_{0.70} konuları bunu takip etmiş ve sulama yapılmayan konu ise en son grubu oluşturmuştur. Bu sonuca göre, sulamaya başlanacak nem düzeyi birim soğan baş ağırlığını önemli düzeyde etkilemekte, dolayısı ile daha yüksek birim soğan ağırlığı için soğan tarımının mutlaka sulu

Çizelge 4.11. Deneme Konularına İlişkin Soğan Baş Ağırlıkları (g)

Deneme konuları	1997 yılı			Ort.	1998 yılı			Ort.
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III		I	II	III	
I _{0.30}	109.5	88.6	101.4	99.8	46.9	50.2	46.5	47.87
I _{0.50}	77.8	85.4	97.8	87.0	46.1	42.8	41.8	43.57
I _{0.70}	75.8	86.4	86.8	83.0	42.5	40.0	37.8	40.1
NI	37.2	41.0	42.8	40.33	35.7	34.8	26.0	32.17

Çizelge 4.12. Soğan Baş Ağırlığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıl	Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
1997	Bloklar	2	130.35	65.176	1.00
	Konular	3	6001.76	2000.632	30.80**
	Hata	6	389.76	64.960	
	Genel	11	6522.01		
1998	Bloklar	2	51.91	25.953	4.45
	Konular	3	397.66	132.554	22.74**
	Hata	6	34.97	5.829	
	Genel	11	484.54		

**P<0.01

Çizelge 4.13. Soğan Baş Ağırlığına İlişkin Duncan Testi Sonuçları

Yıl	Deneme Konuları	Ortalama	Duncan grupları (P=%5)	Duncan grupları (P=%1)
1997	I _{0.30}	99.83	A	A
	I _{0.50}	87.00	AB	A
	I _{0.70}	83.00	B	A
	NI	40.33	C	B
1998	I _{0.30}	47.87	A	A
	I _{0.50}	43.57	AB	B
	I _{0.70}	40.10	B	B
	NI	32.17	C	C

koşullarda yapılması ve sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30'u tüketildiğinde başlanması önerilebilir

4.5.3. Soğan Baş Çapına İlişkin Sonuçlar

Denemenin her iki yılında elde edilen soğan baş çapları Çizelge 4.14, söz konusu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15, Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir. Değerlenen çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında konular arasında $P < 0.01$ önemlilik düzeyinde fark bulunurken, denemenin ikinci yılında istatistiksel

Çizelge 4.14. Deneme Konularına İlişkin Soğan Baş Çapları (mm)

Yıl	Deneme konuları	Bloklar			Ortalama
		1	2	3	
1997	I _{0.30}	57.92	53.21	57.80	56.31
	I _{0.50}	51.13	52.66	54.64	52.81
	I _{0.70}	50.93	53.29	53.23	52.48
	NI	34.23	40.12	41.74	38.70
1998	I _{0.30}	42.03	45.17	41.50	42.90
	I _{0.50}	46.43	43.52	40.53	43.49
	I _{0.70}	39.94	45.08	46.44	43.82
	NI	39.68	40.77	35.07	38.51

Çizelge 4.15. Soğan Baş Çapına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıl	Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
1997	Bloklar	2	22.17	11.085	2.00
	Konular	3	544.87	181.622	32.72**
	Hata	6	33.31	5.551	
	Genel	11	600.34		
1998	Bloklar	2	15.28	7.639	0.88
	Konular	3	55.28	18.426	2.13
	Hata	6	51.81	8.636	
	Genel	11	122.37		

**P<0.01

açından önemli bir farka rastlanmamıştır. İlk yılda ortaya çıkan gruplandırma içerisinde $I_{0.30}$, $I_{0.50}$ ve $I_{0.70}$ konuları birinci grup içerisinde yer almış sadece susuz konu ikinci grubu oluşturmuştur. Bu sonuca göre, sulamaya başlanacak farklı nem düzeyleri birim soğan çapını etkilemediği, ancak, sulamanın kuru koşullara göre soğan baş çapını arttırdığı söylenebilir.

4.5.4. Soğan Baş Boyuna İlişkin Sonuçlar

Denemeden elde edilen soğan baş boyları Çizelge 4.17, boylara ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18 ve Duncan testi sonuçları da Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Soğan Baş Çapına İlişkin Duncan Testi Sonuçları.

Yıl	Deneme konuları	Ortalama	Duncan grupları (P=%5)	Duncan grupları (P=%1)
1997	$I_{0.30}$	56.31	A	A
	$I_{0.50}$	52.81	A	A
	$I_{0.70}$	52.48	A	A
	NI	38.69	B	B
1998	$I_{0.30}$	43.82	A	A
	$I_{0.50}$	43.49	A	A
	$I_{0.70}$	42.90	A	A
	NI	38.50	A	A

Çizelge 4.17 Deneme Konularına İlişkin Soğan Baş Boyları (mm)

Yıl	Deneme konuları	Bloklar			Ortalama
		1	2	3	
1997	$I_{0.30}$	63.85	58.63	64.94	62.26
	$I_{0.50}$	56.31	59.4	65.63	60.60
	$I_{0.70}$	58.47	60.14	61.07	59.86
	NI	46.64	48.30	48.67	47.93
1998	$I_{0.30}$	39.09	44.78	38.34	40.37
	$I_{0.50}$	42.76	38.86	37.42	39.67
	$I_{0.70}$	39.76	44.97	39.64	41.20
	NI	37.13	39.85	33.56	37.28

Çizelge 4.18. Soğan Baş Boyuna İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıl	Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
1997	Bloklar	2	34.93	17.466	2.71
	Konular	3	395.30	131.765	20.43**
	Hata	6	38.70	6.450	
	Genel	11	468.93		
1998	Bloklar	2	47.53	23.766	4.61
	Konular	3	36.90	12.301	2.38
	Hata	6	30.96	5.161	
	Genel	11	115.40		

** : P<0.01

Çizelge 4.19. Soğan Baş Boyuna İlişkin Duncan Testi Sonuçları

Yıl	Deneme konuları	Ortalama	Duncan grupları (P=%5)	Duncan grupları (P=%1)
1997	I _{0.30}	62.473	A	A
	I _{0.50}	60.447	A	A
	I _{0.70}	59.893	A	A
	NI	47.870	B	B
Yıl	Deneme konuları	Ortalama	Duncan grupları (P=%5)	Duncan grupları (P=%1)
1998	I _{0.30}	41.457	A	A
	I _{0.50}	40.737	A	A
	I _{0.70}	39.680	A	A
	NI	36.847	A	A

Değınilen çizelgelerdeki sonuçlar bir önceki bölümde elde edilen sonuçlar ile tamamen paraleldir. Buna göre, yine sulamaya başlanacak farklı nem düzeylerin soğan baş boyunu etkilemediğı ancak, sulu konulardan elde edilen baş soğanların kuru koşullardakine göre daha uzun boylu olduğı söylenebilir.

4.5.5. Kuru Madde Miktarına İlişkin Sonuçlar

Her iki deneme yılında kuru madde miktarına ilişkin değerler Çizelge 4.20, sözkonusu değerlerin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Bu çizelgelerden izleneceği gibi, her iki yılda da kuru madde miktarları açısından gerek bloklar gerekse konular arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç, sulamanın soğan verimini artırmasına karşın kuru madde miktarını düşürmediğini dolayısı ile soğan kalitesini olumsuz yönde etkilemediğini gösteren önemli bir bulgudur.

Çizelge 4.20. Deneme Konularına İlişkin Kuru Madde Miktarları (%)

Yıl	Deneme konuları	Bloklar					Ortalama
		1	2	3	4	5	
1997	I _{0.30}	12.8	10.8	11.0	11.3	10.7	11.3
	I _{0.50}	12.8	11.8	13.2	9.8	9.8	11.5
	I _{0.70}	9.2	11.8	11.3	10.3	13.3	11.2
	NI	11.6	10.1	10.4	10.8	11.0	10.8
1998	I _{0.30}	11.2	13.8	11.2	12.6	13.6	12.5
	I _{0.50}	11.2	11.8	12.8	13.2	13.8	12.6
	I _{0.70}	12.6	13.4	11.0	13	13.4	12.7
	NI	13.8	13.8	14.1	13.6	12.6	13.6

Çizelge 4.21. Kuru Madde Miktarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıl	Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
1997	Bloklar	2	0.47	0.233	0.10
	Konular	3	3.88	1.292	0.56
	Hata	6	13.85	2.308	
	Genel	11	18.19		
1998	Bloklar	2	2.18	1.090	0.93
	Konular	3	2.24	0.747	0.64
	Hata	6	7.02	1.170	
	Genel	11	11.44		

4.6.Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliği ve Bitki Katsayısı Eğrisi

Denemenin yürütüldüğü 1997 ve 1998 yıllarında önerilen $I_{0.30}$ konusunda, 0-60 cm toprak katmanındaki su dengesi esasına göre saptanan bitki su tüketimi değerleri ve Bölüm 2.2'de belirtilen kısa süreli bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir. Ayrıca, ölçülen bitki su tüketimi değerleri dikkate alınan kısa süreli bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerine oranlanarak elde edilen bitki katsayısı (k_c) değerleri Çizelge 4.23'de görülmektedir.

Çizelge 4.22. Ölçülen Bitki Su Tüketimi ve Bazı Yöntemlerle Hesaplanan Referans Bitki Su Tüketimi Değerleri (mm/gün)

Yıl	Periyot	Ölçülen bitki su tüketimi (mm/gün)	Farklı yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi E_t (mm/gün)				
			J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	A-CH
1997	1.5-10.5	1.4	2.7	4.4	3.6	3.4	3.1
	11.5-20.5	3.3	3.7	5.3	4.0	4.6	4.7
	21.5-29.5	5.0	3.0	4.5	3.4	3.3	3.0
	30.5-10.6	4.0	3.2	4.4	3.4	3.2	3.1
	11.6-19.6	7.3	4.5	5.5	4.0	3.8	4.1
	20.6-29.6	4.4	5.2	6.5	4.8	5.6	5.4
	30.6-9.7	6.1	5.2	6.5	5.0	6.5	6.1
	10.7-20.7	6.7	4.5	5.9	4.5	4.2	4.1
	21.7-31.7	4.0	4.7	5.9	4.6	4.4	4.3
	1.8-3.8	2.9	4.4	5.6	4.3	6.1	6.0
1998	15.4-20.4	1.3	2.5	4.2	3.4	3.3	3.1
	21.4-30.4	3.0	1.3	2.2	1.8	1.7	0.8
	1.5-10.5	1.9	2.6	4.2	3.3	3.2	2.8
	11.5-20.5	2.2	1.8	3.0	2.5	1.6	1.6
	21.5-31.5	1.7	2.9	4.0	3.0	2.7	2.6
	1.6-10.6	3.2	4.0	5.1	3.9	3.2	3.4
	11.6-18.6	5.6	4.8	6.4	4.8	3.9	3.9
	19.6-30.6	6.1	5.0	6.3	4.7	4.8	4.7
	1.7-10.7	9.3	4.3	5.7	4.3	4.8	4.6
	11.7-18.7	6.5	5.2	6.7	5.2	4.7	4.5
	19.7-28.7	1.1	5.8	7.1	5.6	5.0	5.1

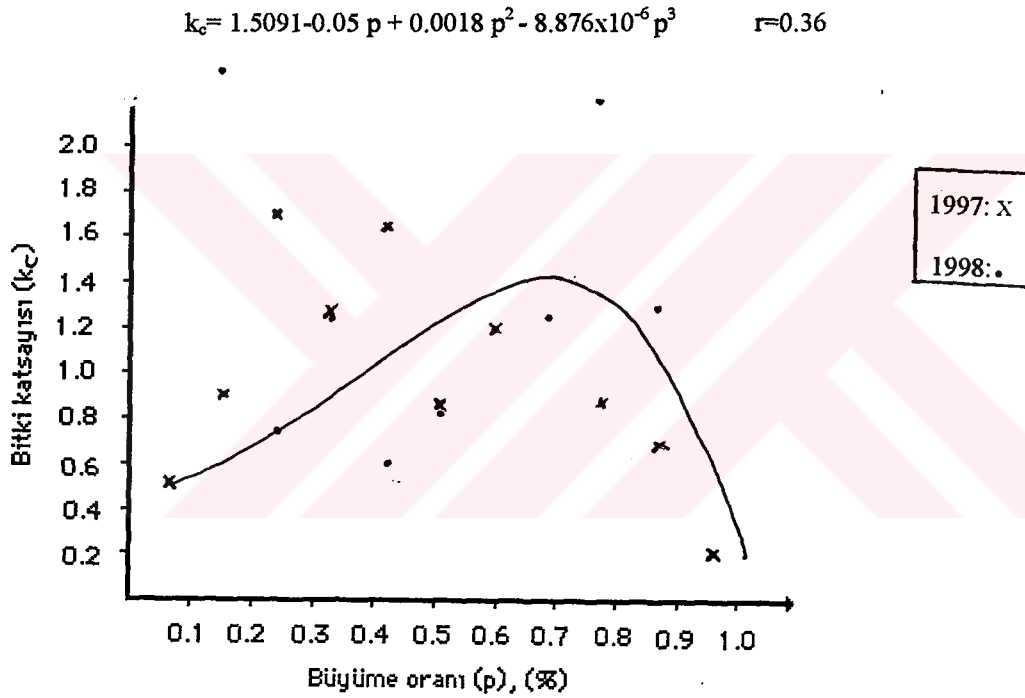
Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde ilk değerlendirme, hata kareler ortalaması dikkate alınarak yapılmıştır. İkinci değerlendirme, ölçülen bitki su tüketimi (ET) ile tahmin edilen referans (ET_0) bitki su tüketimleri arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı (r) dikkate alınarak, üçüncü değerlendirme de tahmin yöntemleri ile hesaplanan bitki su tüketimi değerlerinin elde edildiği eşitliğin gerçek bitki su tüketimi değerlerini mevsimlik karşılama yüzdesine (% ET) göre yapılmıştır. Her iki yıl için birlikte hesaplanan bu değerler Çizelge 4.24'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.23. Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitlikleri İçin Elde Edilen k_c Bitki Katsayıları

YIL	Büyüme oranı (p)	Bitki katsayıları k_c				
		J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	A-CH
1997	5	0.52	0.32	0.39	0.41	0.45
	15	0.89	0.62	0.83	0.72	0.70
	25	1.67	1.11	1.47	1.52	1.67
	35	1.25	10.91	1.18	1.25	1.29
	45	1.62	1.33	1.83	1.92	1.78
	55	0.85	0.68	0.92	0.79	0.81
	65	1.17	0.94	1.22	0.94	1.00
	75	1.49	1.14	1.49	1.60	1.63
	85	0.85	0.68	0.87	0.91	0.93
	95	0.66	0.52	0.67	0.48	0.48
1998	5	0.52	0.31	0.38	0.39	0.42
	15	2.31	1.36	1.67	1.76	3.75
	25	0.73	0.45	0.58	0.59	0.68
	35	1.22	0.73	0.88	1.38	1.38
	45	0.59	0.43	0.57	0.63	0.65
	55	0.8	0.63	0.82	1.00	0.94
	65	1.17	0.88	1.17	1.44	1.44
	75	1.22	0.97	1.30	1.27	1.30
	85	2.16	1.63	2.16	1.94	2.02
	95	1.25	0.97	1.25	1.38	1.44
	105	0.19	0.15	0.20	0.22	0.22

Çizelge 4.24. Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Yönteminin Belirlenmesinde Göz Önüne Alınan Kriterler

Bitki su tüketimi tahmin yöntemi	Hata kareler ortalaması (RMS)	(ET) ile (Et ₀) arasındaki regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı	Mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%)
J-H	2.38	ET= -0.5955 Et ₀ ³ +6.0192 Et ₀ ² -17.531 Et ₀ +17.219 r=0.75	88.87
P-FAO	2.66	Et=-0.5073 Et ₀ ³ +7.0062 Et ₀ ² -29.419 Et ₀ +39.805 r=0.72	124.21
P-M	2.66	ET=-1,0061 Et ₀ ³ +10.987 Et ₀ ² -35,743 Et ₀ +38.426 r=0.67	95.06
A-FAO	4.30	ET=-0.1439 Et ₀ ³ +1.5245 Et ₀ ² -4.0092 Et ₀ +5.3192 r=0.46	93.74
A-CH	3.85	ET=-0.2397 Et ₀ ³ +2.3942 Et ₀ ² -6.1345 Et ₀ +6.4053 r=0.54	88.91



Şekil 4.2. Jensen-Haise yöntemi için soğan bitkisi k_c katsayısı eğrisi

Çizelge 4.24'den izleneceği gibi hata kareler ortalaması (RMS) en küçük, korelasyon katsayısı (r) en yüksek olan yöntem, Jensen-Haise (J-H) yöntemidir. Bu yöntemle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerinin, gerçek bitki su tüketimini karşılama oranı % 88.87'dir.

Bu sonuçlara göre, Tekirdağ koşullarında soğanın sulama zamanı planlamasında bitki su tüketimi tahmininde, Jensen-Haise yönteminin kullanılması önerilebilir. Bu yöntemin bitki büyüme oranına (p) göre hazırlanmış k_c bitki katsayısı eğrisi Şekil 4.2'de verilmiştir.

Bitkinin farklı gelişme dönemlerine göre kullanılacak k_c değerleri, yukarıdaki grafikten alınabilir.



KAYNAKLAR

- ABU-AWWAD, A. M. 1994. İrrigation Water Management of Trickle- Irrigated Onion Dirasat Series-B. Pure and Aplied Sciences. 21:6. p.187-199. Jordan.
- ALLISON, L. E., MOODIE, C. D. 1965. Carbonate Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agron. No. 9, 2, p. 1389-1392, Madison, Wisconsin, USA.
- ANONYMOUS, 1974. Meteoroloji Bülteni. D.M.İ. Yayınları, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- ANONYMOUS, 1989. Gıda Madde Muayene ve Analiz Metodları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları. s.234. Ankara.
- ANONYMOUS, 1997. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- ARIN, L. 1993. Bazı Önemli Yerli Baş Soğan Çeşitlerinin Tekirdağ Şartlarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi (Doktora Tezi). Tekirdağ.
- AYYILDIZ, M. 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 879. Ankara.
- BENAMÍ, A., DISKIN, M. H. 1965. Design of Sprinklink Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering, Publication 23, Technicon, Isreal Institute of Technology, p. 1-165, Haifa, Isreal.
- BLAKE, G. R. 1965. Bulk Density Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agron. No. 9, p. 374-377, Madison, Wisconsin, USA,
- BOUYOUCOUS, G. J. 1951. A Recalibration of The Hydrometer Method for The Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, No.43: 434-438.
- BOWER, C. A., WILCOX, L. V. 1965. Soluble Salts Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agron. No. 9, Part 2, p. 933-940, Madison, Wisconsin, USA.
- BREMNER, J. M. 1965. Total Nitrogen Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agron. No. 9, part 2, p. 1149-1164, Madison, Wisconsin, USA.
- BUCKMAN, H. O., BRADY, N. C. 1962. The Nature and Properties of Soils. 6. Eddition, The Mc Millan Company, Newyork.
- CHUNG, B., 1989. Irrigation and Bulb Onion Quality. Acta- Horticulturae. No. 247, 233-237, 2 ref., Research and Development Conference on Vegetables, The Market and The Producer, Richmond, Australia

- DOORENBOS , J., PRUITT, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 24, p.1-114, Rome.
- DOORENBOS, J., KASSAM , A. H. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 33, p. 1-193, Rome.
- DHIAN, S., SHARMA, R. P., SINGH, D. 1991. Effect of Soil Moisture Regimes and Nitrogen Fertilization On Onion. Indian Journal of Agronomy. P.125-126, 2 ref. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
- DÜZGÜNEŞ, O. 1963. İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniversitesi Matbaası, s. 1-364, İzmir.
- EL-OKSH,I.I., EL-GIZAWY, A. M., ABDALLAH, M. M. F., MOHAMED, A. R. A. G., ABDALLAH, A. A. G. 1993. Effect of Soil Moisture and Nitrogen Fertilizer Levels on Onion Grown in Mixture of Tafla and Sand. 1:7. Bulletin of Faculty of Agriculture , University of Cairo, 44:1, p.145-156, Egypt.
- GOLDBERG, D., GORNAT,B., RIMON, D. 1976. Drip İrrigation, Principles, Design and Agricultural Practices. Drip irrigation Scientific Publications. p.1-296. Israel.
- GÜNGÖR , Y., YILDIRIM, O. 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1155. S.1-219. Ankara.
- HIZALAN, E., ÜNAL, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, s.1-278, Ankara.
- İMTİYAZ, M., SINGH, S. J. 1990. The Effect of Soil Moisture Stress on Onion: Evapotranspiration-Yield Relationship. Proceeding of the International Agricultural Engineering Conference and Exhibition. 3-6 December. P. 889-898. 12 ref. Bangkok. Thailand.
- JENSEN, M.E. 1973. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements, ASCE, N. Y. 10017, p. 1-215, New York.
- KADAYIFÇI, A.,YILDIRIM, O. 1998. Ankara Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi. vol. 4. sayı 3. S. 11-14. Ankara.
- KANBER, R., 1997. Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 174, s.5, 240-243, Adana.
- KORİEM, S. O., EL-KOLIEY, M. M. A., WAHBA, M. F. 1994. Onion Bulb Production from “Shandwee 1” Sets as Affected by Soil Moisture Stress. Assiut Journal Agricultural Sciences. 25:5. p. 185-193, 20 ref. Egypt.

- MARTÍN, S. O. F., JUAN VALERO, J. A., FABERİO-CORTES, C., JUAN-VALERO, J.A. 1994. Growth and Production of Onion Crop (*Allium Cepa* L.) Under Different Irrigation Scheduling. *European Journal of Agronomy*. 3:1, p. 85-92, 11 ref. Albacete. Spain.
- MILLAR, C. E., TURK, L. M., FOTH, H. D. 1966. *Fundamental of Soil Science*. Fourth Edition. John Willey and Sons Inc., New York.
- ORTA, A.H. 1997. Ankara Koşullarında Biberin Su Tüketimi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*. 21, s. 513-517. Ankara.
- PAPAZAFIRIOU, Z. G. 1980. A Compact Procedure for Trickle Irrigation System Design. *ICID Bulletin*, 29 (1): 28-45.
- PATIL, J. G. 1993. Seed Yield and Yield Contributing Characters as Influenced by Irrigation Intensity in Onion Seed Crop. *Maharashtra Journal of Horticulture*. 7:1, p. 67-71. ref. 18. Maharashtra. India.
- PRASHAR, C. R. K., SHARMA, G.C., GANDAH, M. 1994. Evapotranspiration of Onion in Shalton Niger. *Experimental Agriculture*, 30: 4, p. 473-476, Lincoln, USA.
- RAJAS, R. N., GHULAXE, S. N., TAYDE, S. R. 1993. Effect of Varing Levels of Sulphur and Spacing Compared with Frequencies of Irrigation on Yield of Onion Grown in Vidarbha. *Journal of Soils and Crops*. 3:1, p. 37-40, 4 ref., India.
- SELVAKUMARI, MUTHUVEL, P., SUBRAMANIAN, K. S., SUBRAMANIAN, P., SHANMUGASUNDARAM, V. S. 1992. Irrigation Water Requirement of Banana Under Intercrop Managment. *South India Horticulture*. 40:1. P. 5-8, India.
- SHARMA, O. L., KATOLE, N. S., GAUTOM, K. M. 1994. Effect of Irrigation Schedules and Nitrogen Levels on Bulb Yield and Water Use by Onion (*Allium cepa* L.). *Agricultural Science Digest Karnal*. 14:1. 6 ref., p. 15-18. India.
- SMİTH, M. 1991. *Manual and Guidelines for Cropwat*. FAO Irrigation Drainage Paper 46. Rome
- SÖNMEZ, N., M. AYYILDIZ, 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahları. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 229, Ankara.
- THABET, E. M. A., ABDALLAH, A. A. G., MOHAMMED, A. R. A. G. 1994. Productivity of Onion Grown in Reclaimed Sandy Soil Using Tafla As Affected by Water Regimes And Nitrogen Levels, Soils And Water Research Department, Nuclear Research Center, Atomic Energy Authority, Egypt.

- THORNE, D. W., PETERSON, H. B. 1954. Irrigated Soils. 2nd Eddition, The Blakistan Company Inc., Toronto, Newyork.
- ÜSTÜN, H. 1990. Ankara Koşullarında Dolmalık Biberin Sulama Zamanının Planlaması. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara.
- YILDIRIM, O. 1993. Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1281, s. 1-214, Ankara.
- YILDIRIM, O., MADANOĞLU, K. 1985. A Sınıfı Buharlaşma Kaplarının Bitki Su Tüketiminde Kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi 433, s. 1-24, Ankara.
- YURTSEVER. N. 1982. Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No 91, Rapor Yayın No 47, Eskişehir.
- YURTSEVER, E., ORTA, A. H. 1992. Sulama Verimliliği ve Drenaj Hacminin Azaltılması. TOPRAKSU Dergisi. Nisan. Sayı.2, s. 20. Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Ankara'da doğdum. İlk, orta ve lise tahsilimi Ankara'nın çeşitli okullarında bitirdikten sonra 1992 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümüne girdim. Fakülteden 1996 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldum. Aynı yıl Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi'nin açmış olduğu Araştırma Görevlisi ve Yüksek Lisans sınavlarını kazanarak, Araştırma Görevlisi görevine ve yüksek lisans eğitimime başladım. Halen bu görevimi sürdürmekteyim.



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ