

**KABAK (*Cucurbita pepo* L.) BİTKİSİNİN
SULAMA ZAMANININ PLANLANMASINDA
BİTKİYE DAYALI ÖLÇÜM TEKNİKLERİNİN
KULLANIM OLANAKLARI**

Selçuk ÖZER

**Yüksek Lisans Tezi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Yeşim ERDEM**

2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KABAK (*Cucurbita pepo* L.) BİTKİSİNİN SULAMA ZAMANININ
PLANLANMASINDA BİTKİYE DAYALI ÖLÇÜM TEKNİKLERİNİN
KULLANIM OLANAKLARI**

Selçuk ÖZER

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Yeşim ERDEM

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Yeşim ERDEM Danışmanlığında, Selçuk ÖZER tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Yeşim ERDEM (Danışman)

İmza:

Üye Prof. Dr. A. Halim ORTA

İmza:

Üye Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KABAK (*Cucurbita pepo* L.) BİTKİSİNİN SULAMA ZAMANININ PLANLANMASINDA BİTKİYE DAYALI ÖLÇÜM TEKNİKLERİNİN KULLANIM OLANAKLARI

Selçuk Özer

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Yeşim ERDEM

Bu çalışmada, kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisinin Tekirdağ koşullarında, damla sulama yöntemi kullanılarak; verim ve verim öğelerinin belirlenmesi; bitki su tüketimi ve uygun sulama programlarının geliştirilebilmesi için, buharlaşma miktarları ile bitkiye dayalı ölçüm tekniklerinden yararlanılması amaçlanmıştır. Araştırma, 2010 ve 2011 yıllarında yürütülmüş, A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %0, %50, %75, %100 ve %125' i kadar sulama suyunun uygulandığı deneme konularından oluşturulmuştur. Bitki su tüketimi değerleri 2010 yılında 222.4 – 472.2 mm, 2011 yılında 300.8 – 575.8 mm arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek pazarlanabilir kabak verimi, ilk yıl 34.80 t ha⁻¹ ile I₁₂₅ deneme konusundan, ikinci yıl ise 31.20 t ha⁻¹ ile I₁₀₀ deneme konusundan elde edilmiştir. Genel olarak farklı sulama uygulamalarının verim ve verim elamanları üzerine istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkileri olduğu görülmüştür.

Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri 2010 yılında 4.52 - 10.0 kg m⁻³, 2011 yılında ise 2.64 – 4.38 kg m⁻³ arasında değişirken, su kullanım randımanları (WUE) sırasıyla 7.37 – 8.22 kg m⁻³ ve 5.40 – 6.19 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Su – üretim sonuçları değerlendirildiğinde, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %100' ünün uygulandığı deneme konusunun (I₁₀₀) ön plana çıktığı belirlenmiştir. Çalışmada, beş farklı sulama konusunun; verim ve sayısal yaklaşım ile hesaplanan bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerine etkisi araştırılmıştır. CWSI değerlerinin değişimi, toprak nem içeriğindeki değişimle aynı eğilimi göstermiştir. Topraktaki nem eksikliği arttıkça, CWSI değerlerinde artış görülmüştür. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilir "Y = -37.12 CWSI + 44.475" ve "Y = -18.338 CWSI + 34.726" doğrusal eşitlikleri elde edilmiştir. Sonuçta, bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının belirlenmesinde ve kabağın verim tahmininde yararlanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, bitki su stresi indeksi ile yaprak alan indeksi arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yazlık Kabak (*Cucurbita pepo* L.), su-üretim fonksiyonları, bitki su tüketimi, bitki su stresi indeksi (CWSI)

2012, 71sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

USAGE of POSSIBILITIES PLANT-BASED MEASUREMENT TECHNIQUES on IRRIGATION SCHEDULING of SUMMER SQUASH (*Cucurbita pepo* L.)

Selçuk ÖZER

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Biosystem Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Yeşim ERDEM

The aim of this study was to evaluate yield response functions, evapotranspiration and irrigation scheduling of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) in Tekirdag region. For this purpose, using drip irrigation techniques, evaporation have been established taking advantage of plant-based measurement techniques. Field trials were conducted during the year 2010 and 2011 growth period. The amount of irrigation water volume was the treatments of the study as 0%, 50%, 75%, 100% and 125% of the water amount evaporated from class A pan. The measured crop evapotranspiration for the 2010 and 2011 years changed as 222.4 – 472.2 mm and 300.8 – 575.8 mm, respectively. As a result of research, the greatest squash yield was obtained in the first year from I₁₂₅ treatment as 34.80 t ha⁻¹ and the second year from I₁₀₀ treatment as 31.20 t ha⁻¹. Generally, the effects of irrigation programs on yield and yield parameters were statistically significant.

Irrigation water use efficiency (IWUE) changed as 4.52 – 10.0 kg m⁻³ in 2010 and 2.64 – 4.38 kg m⁻³ in 2011, while water use efficiency (WUE) changes as 7.37 – 8.22 kg m⁻³ and 5.40 – 6.19 kg m⁻³, respectively. As the results of water – production parameters are evaluated, the treatment which is 100% of the water amount evaporated from class A pan (I₁₀₀) has been come to the fore. The effects of five irrigation levels on yields and resulting CWSI which was calculated by using the empirical approach were also investigated. The trends in CWSI values were consistent with the soil water content induced by deficit irrigations. Unlike the yield, CWSI increased with increased soil water deficit. The yield was directly correlated with mean CWSI values and the linear equations “Y = -37.12 CWSI + 44.475” ve “Y = -18.338 CWSI + 34.726” can be used for yield prediction. The CWSI value was useful for evaluating crop water stress in squash and should be useful for timing irrigation and predicting yield. Moreover, statistically significant correlations were found between CWSI and leaf area index (LAI).

Key Words: Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.), water - yield production functions, evapotranspiration, crop water stress index (CWSI)

2012, 71 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

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

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

Tezin hazırlanmasında hiçbir yardımı esirgemeyen, büyük bir sabırla, çok fazla emek sarfeden Sayın hocalarım Doç. Dr. Yeşim ERDEM ve Doç. Dr. Tolga ERDEM' e, arazi çalışmaları sırasında verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesinde sürekli destek sağlayan sayın hocalarım Öğr. Gör. Funda ÖZDÜVEN ve Yrd. Doç. Dr. Levent ÖZDÜVEN' e, laboratuvar analizleri sırasında destek olan hocalarım Yrd. Doç. Dr. Fisun KOÇ ve Yrd. Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA' ya, araştırma ve tezin yazımı süresince her türlü desteği gösteren sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Hüseyin T. GÜLTAŞ' a, Arş. Gör. H. Cömert KURÇ' a, Ziraat Yük. Mühendisi Ali KAYHAN ve Ziraat Mühendisi Levent TUNA' ya, denemenin yürütüldüğü arazi koşullarını bizlere sağlayarak, bütün imkânlarını hizmetimize sunan Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve en önemlisi eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Selçuk ÖZER

SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
A	: Alan (m^2)
atm	: Atmosfer
cm	: Santimetre
cm^2	: Santimetrekare
C_p	: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm)
c_b	: Sentibar
CWSI	: Bitki su stres indeksi
da	: Dekar
d_n	: Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)
d_t	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm)
D_p	: Derine sızma kayıpları (mm)
E_a	: Sulama randımanı (%)
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
H_m	: Manometrik yükseklik (m)
I	: Toprağın su alma hızı ($mm\ h^{-1}$)
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı ($kg\ m^{-3}$)
WUE	: Su kullanım randımanı ($kg\ m^{-3}$)
kg	: Kilogram
k_c	: Bitki katsayısı
K_{cp}	: Su uygulama oranı
L	: Litre
LAI	: Yaprak alan indeksi
m	: Metre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
mm	: Milimetre
N	: Bir parseldeki damlatıcı sayısı (adet)

Mg	: Megagram
N	: Newton
μ	: Mikron
P	: Islatılan alan yüzdesi (%)
P	: Periyot boyunca düşen yağış, (mm)
PE	: Polietilen
R_n	: Net radyasyon
R_f	: Deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı, (mm)
q	: Damlatıcı ya da başlık debisi ($L h^{-1}$)
Q	: Sistem debisi ($L s^{-1}$)
s	: Saniye
S_d	: Damlatıcı aralığı (m)
S_l	: Lateral aralığı (m)
t	: Ton
T	: Bir sezondaki toplam sulama süresi (h)
T_a	: Sulama süresi (h)
VPD	: Buhar basıncı açığı (kPa)
Y	: Verim
γ_t	: Toprağın hacim ağırlığı ($g cm^{-3}$)
ΔS	: Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm)

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Sebzelerde Damla Sulama Uygulamaları.....	4
2.2. Kabak Bitkisinin Su – Üretim Fonksiyonları.....	8
2.3. Bitki Su Stresinin Belirlenmesinde Bitkisel Yaklaşımlar.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Araştırma alanının yeri.....	18
3.1.2. İklim özellikleri.....	18
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya.....	18
3.1.4. Sulama sistemi.....	22
3.1.5. A sınıfı buharlaşma kabı.....	23
3.1.6. İnfrared termometre aletinin özellikleri.....	24
3.1.7. Kullanılan kabak tohumunun özellikleri.....	24
3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	24
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	24
3.2.2. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	25
3.2.3. Buharlaşma miktarının ölçülmesi.....	26
3.2.4. Tarım tekniği.....	26
3.2.5. Sulama suyu uygulamaları.....	27
3.2.6. Damla sulama sisteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi.....	28
3.2.7. Bitki su tüketiminin saptanması.....	29
3.2.8. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı.....	30

3.2.9. Verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesi	30
3.2.10. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin saptanması.....	31
3.2.11. İstatistiksel analizler.....	33
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	34
4.1. Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri	34
4.2. Fenolojik gözlemlere ilişkin sonuçlar.....	34
4.3. Damla sulama sisteminin boyutlandırılmasına ilişkin sonuçlar.....	36
4.4. Uygulanan sulama suyu miktarı ve ölçülen bitki su tüketimleri.....	36
4.5. Verim ve verim öğelerine ilişkin sonuçlar.....	41
4.5.1. Toplam pazarlanabilir verim.....	41
4.5.2. Meyve boyu	43
4.5.3. Meyve eni.....	43
4.5.4. Meyve sertliği.....	46
4.5.5. Suda eriyebilir kuru madde içeriği.....	47
4.5.6. Protein oranı.....	48
4.6. Su – Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Sonuçlar.....	50
4.6.1. Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı.....	50
4.7. Bitkiye Dayalı Ölçüm Sonuçları.....	54
4.7.1. Bitki su stres indeksi (CWSI).....	54
4.7.2. Yaprak alan indeksi (LAI).....	58
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Araştırma alanı.....	19
Şekil 3.2. Deneme planı.....	22
Şekil 3.3. Deneme parselinin ayrıntısı.....	23
Şekil 3.4. Tarım tekniklerinden görüntüler.....	27
Şekil 3.5. Hasat ve hasat sonrası analizlere ait bazı görüntüler.....	32
Şekil 4.1. Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri.....	40
Şekil 4.2. Mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen pazarlanabilir verim.....	51
Şekil 4.3. Farklı su uygulama düzeylerinde elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (a) ve su kullanım randımanı (b) değerleri.....	52
Şekil 4.4. Kabak bitkisi için maksimum ve minimum stres koşullarında yaprak –hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki.....	56
Şekil 4.5. Deneme konularına ilişkin CWSI değişimleri (2010 yılı).....	57
Şekil 4.6. Deneme konularına ilişkin CWSI değişimleri (2011 yılı).....	57
Şekil 4.7. Kabak bitkisi için CWSI – verim ilişkisi.....	58
Şekil 4.8. Mevsimlik ortalama CWSI ile ortalama LAI arasındaki ilişki.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1939-2008).....	20
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2010 ve 2011 yıllarına ait iklim verileri.....	21
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	35
Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	35
Çizelge 4.3. Kabak bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları.....	36
Çizelge 4.4. Araştırma konularına 2010 yılında uygulanan sulama suyu miktarları (mm).....	38
Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2011 yılında uygulanan sulama suyu Miktarları (mm).....	39
Çizelge 4.6. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına göre hesaplanan mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri (mm/90 cm).....	39
Çizelge 4.7. Deneme konularına ilişkin toplam pazarlanabilir verim değerleri (t ha ⁻¹).....	42
Çizelge 4.8. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	42
Çizelge 4.9. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin LSD testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.10. Deneme konularına ilişkin meyve boyları (cm).....	44
Çizelge 4.11. Meyve boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.12. Meyve boyuna ilişkin LSD testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.13. Deneme konularına ilişkin meyve enleri (cm).....	45
Çizelge 4.14. Meyve enine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.15. Meyve enine ilişkin LSD testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin meyve sertlikleri (kg cm ⁻²).....	46
Çizelge 4.17. Meyve sertliğine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.18. Meyve sertliğine ilişkin LSD testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.19. Deneme konularına ilişkin suda eriyebilir kuru madde içerikleri (%).....	47
Çizelge 4.20. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.21. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin LSD testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.22. Deneme konularına ilişkin protein oranları (%).....	49
Çizelge 4.23. Protein oranına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	49

Çizelge 4.24. Protein oranına ilişkin LSD testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.25. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) (kg m^{-3}).....	52
Çizelge 4.26. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.27. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.28. Mevsimlik ortalama CWSI ve sulama öncesi ortalama CWSI değerleri.....	58
Çizelge 4.29. Deneme konularında elde edilen yaprak alan indeksi değerleri.....	60

1. GİRİŞ

Türkiye bir Akdeniz ülkesi olmasının avantajı olarak sahip olduğu ekolojik özellikleri nedeniyle sebze yetiştiriciliğine çok uygun bir ülkedir. Yetiştirilen sebze türlerinin çeşitliliği ve üretim miktarları açısından Dünya ülkeleri arasında önemli bir konuma sahiptir. Ülkemiz sebze tarımında son 20 yılda, ekim alanlarında %35, üretim miktarında %88 ve verimde ise %39' luk artış kaydedilmiştir. Ülkemizin ekolojik zenginliği nedeniyle, bölgelere göre yetiştirilen sebze grupları ve üretim şekilleri de değişmektedir. Bölgelere göre değişen, üretilen sebze türleri ve verimlilikleri getirilen yeni teknikler ve bu tekniklerin üreticiler tarafından uygulanabilirliği bu değişimlerde önemli rol oynamaktadır. Bunun yanında iklim koşullarının uygunluğu ile sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadelenin zamanında yapılması açıkta ve örtü altında yapılan sebze tarımında verimin artırılmasında etkili olan faktörlerdir (Şeniz ve ark. 2005).

Sebze grubu içerisinde yer alan, içerdiği vitamin ve mineraller bakımından insan beslenmesinde büyük önem taşıyan, ekonomik önemi yüksek olan kabak; kavun, karpuz ve hıyar türleriyle birlikte dünyada en çok yetiştirilen sebze türlerini içerisinde bulunduran kabakgiller grubu içerisinde bulunmaktadır (Sevgican 2002). FAO (2009) yılı verilerine göre, dünyada 1.7 milyon ha alanda yetiştirilen kabağın üretim miktarı yaklaşık 20 milyon tondur. Ülkemizde ise, kabak ekim alanları 2010 yılında 23 000 ha olup, elde edilen verim yaklaşık 376 000 tondur (Anonim 2010a). Devlet İstatistik Enstitüsünün 2010 yılı rakamlarına göre ülkemizde toplam yemeklik kabak üretimi 314 340 ton, Trakya Bölgesi' nde 2644 ton, Tekirdağ ilinde ise 405 ton şeklinde gerçekleşmektedir (Anonim 2010b).

Ülkemizin kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alması bakımından, çoğu bölgesinde olduğu gibi, Trakya Bölgesinde de, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen sanayinin bu mevcut kaynakları kalite ve kantite açısından her geçen gün daha büyük boyutlarda tehdit etmesi tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Diğer yandan, bölgede iyi mekanizasyon, bilinçli gübreleme, etkin tarımsal mücadele, iyi tohumluk seçimi gibi etmenlerin yarattığı verim artışı bir noktada kalmış ve bu da yetersiz olmaya başlamıştır. Yörede ulaşılan üretim değerlerini daha da arttırmanın yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamalarının, sulu tarım alanlarının ve suyun etkinliğini arttıracak alternatif tarım girdilerinin hayata geçirilmesidir. Özellikle sebze tarımında getirileri oldukça yüksek olan damla sulama sisteminin kullanımı ve işletilmesinin kontrol altına alınması gerekir. Damla sulama sistemlerinde, sistemin birçok avantajı ile birlikte, tarımsal

amaçlı kullanılan gübre ve ilaç gibi diğer etken maddelerden tasarruf sağlanarak, bitkiye, toprağa, insanlara ve çevreye verilen zarar azaltılmaktadır.

Ülkemizde ve dünya da farklı iklim ve bitki koşulları için sulama programlamasına ışık tutacak çok sayıda araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların bir kısmında, bitkilerin sulama zamanı planlaması topraktaki nem miktarının izlenmesi veya A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarı ile ilişkiler kurulması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Fakat, topraktaki nem miktarının izlenmesine dayalı yöntemlerin zaman alıcı ve masraflı olmasından dolayı, buharlaşma kaplarının kullanımı pratik yol olarak tercih edilmektedir. Özellikle, damla sulama yöntemi ile birlikte bitkiye sık aralıklarla az miktarda sulama suyu uygulanması, A sınıfı kabın bu yöntem ile kullanılmasına yönelik araştırmaların yapılmasını gerektirmiştir. Damla sulama yöntemi ile pan evaporasyon yöntemi olarak anılan A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın farklı düzeyleri dikkate alınarak sulanan brokkoli, havuç, kabak, turp (Imtiyaz ve ark., 2000); kabak (Eliades 1988; Randall ve Locascio 1988); domates (Locascio ve Smajstrla 1996); patates (Panigrahi ve ark. 2001; Ferreria ve Carr 2002; Ünlü ve ark. 2006) ve çilek (Yuan ve ark. 2004a) gibi sebze ve meyve grubunda çok sayıda araştırma tamamlanmış ve bu yöntemin çabuk ve uygulanabilir sonuçlar verdiği açıklanmıştır.

Son yıllarda, tarımsal üretimde yeni teknolojilerin kullanımı ile birim alandan elde edilen verim ile dolayısıyla gelir, en yüksek seviyeye çıkarılmaya çalışılmaktadır. Tarımda kullanılan yeni teknolojilerden birisi de bitki su stresi düzeyinin çabuk ve yüksek duyarlılıkta elde edilmesine olanak sağlayan, uzaktan algılama teknikleridir (Ayan 1994). Bu amaçla, sulama zamanı programlarının oluşturulmasında iklim ve toprak parametrelerinin yanısıra bitkiye ilişkin bazı ölçümler de önemli hale gelmiştir ve özellikle, bitkideki su eksikliği toprak su miktarı ile ilişkili olarak stres düzeyinin tahmininde kullanılmaktadır. Bitkilerdeki su stresinin ortaya konulmasında, stoma direnci, yaprak - atmosfer sıcaklıkları arasındaki farklar, yaprak alan indeksi ve bitkideki fotosentezin bir göstergesi olan aktif radyasyon değerlerinin elde edilmesinde, porometre, infrared termometre, yaprak alan ölçer ve PAR cihazı ölçümlerinden yararlanılmaktadır (Jackson 1982, Idso ve ark. 1981, Idso 1983, Gallo ve Daughtry 1986, Rachidi ve ark. 1993a).

Tarla koşullarında bitki su stresini niceliksel olarak ifade etmek için, tek bir bitki veya bitki parçasının gözlenmesi yoluyla noktasal ölçümlere dayanan çeşitli teknikler kullanılmıştır. Özellikle, son 20 yılda bitki su stresinin izlenmesi için el tipi infrared termometre ile bitki sıcaklığı ölçüm tekniği üzerine ilgi artmış ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (Jackson 1982, Gardner ve ark. 1992a, Gardner ve ark. 1992b, Stegman and

Soderlund 1992, Nielsen 1994, Gençoğlan ve Yazar 1999, Ödemiş ve Bastug 1999, Yazar ve ark. 1999, Irmak ve ark. 2000, Alderfasi ve Nielsen 2001, Orta ve ark. 2002, Colaizzi ve ark. 2003, Orta ve ark. 2003, Yuan ve ark. 2004, Erdem ve ark. 2006, Erdem ve ark. 2010). Bitki su stresinin belirlenmesinde Idso ve ark. (1981) ve Jackson ve ark. (1981) tarafından tanımlanan bitki su stresi indeksi (CWSI) yaklaşımları kullanılmaktadır. Idso ve ark. (1981)'nin yaklaşımı, potansiyel hızda transpirasyon yapan bir bitki için, atmosferin buhar basıncı açığı (VPD, kPa)'nın fonksiyonu olarak bitki tacı - hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$, °C)'nin ölçülmesine dayanır. Jackson ve ark. (1981) ise $T_c - T_a$, VPD ve net radyasyon (R_n) arasındaki ilişkiyi göstermek için enerji dengesi kavramını kullanmışlardır (Ödemiş ve Baştuğ 1999).

Bitkilerde terleme, kökler aracılığıyla topraktan alınan suyun ksilem dokusu ile yapraklara taşınması ve yaprak epidermal yüzeyini kaplayan gözenekler aracılığıyla buhar halinde atmosfere verilmesidir. Kuramsal olarak, yaprak yüzey genişliğinin artması terleme ile kaybedilen suyun çoğalmasına neden olacaktır. Bu nedenle, yaprak yüzey genişliği terlemeye etki eden en önemli faktörlerden birisi olarak görülmektedir. Yaprak yüzey genişliğinin ifadesinde kullanılan en önemli ölçüt ise yaprak alan indeksi (LAI) olup, birim bitki yapraklarının tek yüzey alanlarının toplamı birim bitki alanına oranı biçiminde tanımlanmaktadır (Korukçu ve Evsahibioğlu 1987). Dolayısıyla, bitkiye dayalı ölçümlerde, LAI değerinin belirlenmesinin, bitki fizyolojisinin tanımlanması açısından önemli bir etmen olduğu çok sayıda araştırmada ortaya konulmuştur (Rachidi ve ark. 1993b, Hatfield ve ark. 1996, Giorio ve ark. 1999, Cohen ve ark 2000, Villalobos ve ark. 2000, Wilhelm ve ark. 2000, Medeiros ve ark. 2001, Asrar ve ark. 2003, Ben-Asher ve ark. 2006, Dente ve ark. 2008).

Literatürde adı geöen tüm yöntem ve modellerin farklı bölge ve bitki çeşidi için test edilmesi yani kullanılabilirliğinin ortaya konulması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu araştırma ile, kabak sulamasında, toprak, iklim ve bitki özellikleri dikkate alınarak, damla sulama yönteminin gerektirdiği sistemler projelendirilerek ve uygulanmış, damla sulama yöntemi ile farklı su miktarları altında yetiştirilen kabak bitkisinin sulama zamanı planlamasında ve bitki stres seviyesinin belirlenmesinde, bitki-toprak-su-atmosfer ilişkileri belirlenerek, gerekli ölçümler yapılmış ve değerlendirilmiştir.

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

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sebzelerde Damla Sulama Uygulamaları

Sulama programlaması, bir bitkiye yetiştirme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağını belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsar. Bu kapsamda, öncelikle yörenin iklim, toprak, topoğrafya ve bitki özelliklerine uygun mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verim azalması yaratmayacak bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır. Günümüzde, İsrail' in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın %52' si, Mısır' ın %50' si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin %57' si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (www.icid.org). Ülkemizde ise bu değerin tahmini olarak % 10 civarında olduğu varsayılmasına karşın son yıllarda kullanımı giderek artmaktadır. Özellikle sebze ve meyve ağaçlarında damla sulama yönteminin başarısı, sulama ile birlikte gübre uygulamalarının optimum biçimde yapılmasına bağlıdır. Çünkü sulama ile bitki su stresinden korunmanın yanında bitki besin elementlerinin yeterli ve zamanında uygulanması özellikle, kısa vejetasyon, yüzeysel kök, otsu yapı, besin ve su gereksinimi yüksek ürünler olması nedeniyle, sebzeler açısından çok önemlidir.

Kanber ve ark. (1996), Harran ovası koşullarında bazı kışlık sebze türlerinin verim ve su tüketimleri üzerine farklı su ve azot düzeylerinin etkilerini incelemek amacıyla yürüttükleri araştırma sonucunda, elde edilen verimlerin önemli düzeyde arttığını açıklamışlardır.

İmtiyaz ve ark. (2000), 1995 ve 1996 yıllarında Botsvana' nın kuzey bölgesinde kumlu topraklarda yürütülen bu çalışmada, 6 sebze çeşidine (lahana, ıspanak, turp, havuç, domates ve soğan) ait pazarlanabilir verim, su kullanım etkinliği ile sulama programları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmada, A sınıfı kaptan olan buharlaşma değeri 11, 22, 33, 44 ve 55 mm' ye ulaştığında sulama yapılacak şekilde sulama programları oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda; ortalama pazarlanabilir verim lahanada 71.65 t ha⁻¹, ıspanakta 33.53 t ha⁻¹, turpta 73.22 t ha⁻¹, havuçta 56.76 t ha⁻¹ ve 38.39 t ha⁻¹, domatestede 46.81 t ha⁻¹, soğanda 56.05 t ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Su kullanım etkinlikleri ise; lahanada, ıspanak, domates ve havuçta sırasıyla 11.32 kg m⁻³, 3.35 kg m⁻³, 5.90 kg m⁻³, 9.83 kg m⁻³ olarak hesaplanmıştır.

Paschold ve ark. (2000), 1994-1998 yılları arasında yürüttükleri çalışmada, damla sulama yöntemi ile farklı sulama ve azotlu gübre uygulamalarının, brokkoli verimi ile toprak üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sulama suyu, bitki gelişimine bağlı olarak 10-30 mm arasında uygulanmıştır. Sulama zamanı planlaması iklim verilerine dayalı FAO Penman modifikasyonundan yararlanılarak yapılmıştır. Brokkoli bitkisi, optimum bitki gelişimi için yıllık 178–203 mm arasında suya ihtiyaç duymuştur. Topraktaki azot miktarına bağlı olarak uygulanan azotlu gübre değerleri 173-311 kg ha⁻¹ arasında olmuştur. Optimum sulama sonucunda bitki ağırlığı (köksüz) yaklaşık 100 t ha⁻¹ ve ürün verimi ise 22 t ha⁻¹ ‘dan fazla gerçekleşmiştir. 5 yıllık çalışma sonuçlarına göre, ekolojik özellikler dikkate alınarak yapılan sulama zamanı planlaması için kullanılabilir bitki katsayısı (k_c) değerlerinin, bitki dikimden 8 yapraklı oluncaya kadar 0.5, 14 yapraklı oluncaya kadar 0.8 ve 14 yapraklı hasata kadar ise 1.4 alınması önerilmiştir.

Amami ve ark. (2001), Tunus’ ta yürüttükleri çalışmada, farklı sulama programları altında, üç farklı bitki (patates, domates ve kışlık buğday) çeşidi arasında, maksimum gelir sağlayacak bitki çeşidinin saptanmasıyla ilgili bir ekonomik analiz yapmışlar ve kısıtlı sulamanın patates bitkisinde toplam geliri daha yüksek kıldığını belirlemişlerdir.

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

Biswas ve ark. (2003), Bangladeş’ de yürüttükleri araştırmada, soğan bitkisini hasattan 30 gün öncesine kadar 5, 15, 20 ve 30 gün sulama aralıklarında mevcut toprak nemini tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulaması şeklinde yetiştirmişlerdir. Araştırma sonunda, en yüksek soğan verimi ortalama 9.0 t ha⁻¹ ile beş günlük sulama aralığının uygulandığı deneme konusundan elde edilmiştir. Ayrıca, adı geçen konuda ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerinin 280 mm olduğu açıklanmıştır.

Hanson ve ark. (2003), 1994 ile 1997 yılları arasında California’ da yürüttükleri araştırmada, farklı sulama aralıklarının toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulanan marul, biber, soğan ve domates bitkilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma, domates bitkisi için sitli-tın diğer bitkiler için kumlu-tınlı toprak bünyesine sahip alanlarda yürütülmüştür. Sulama aralığı uygulamaları, günde iki kez, günde bir kez, haftada iki kez ve haftada bir kez olmak

üzere gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, toprakaltı damla sulama lateralleri 20 ile 23 cm aralığındaki derinliklere yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, orta bünyeye sahip topraklarda sulama uygulamalarının, toprakaltı damla sulama uygulamaları ile birlikte günde bir kez veya haftada bir kez yapılması önerilmiştir.

Tiwari ve ark. (2003) tarafından 1997-2000 yılları arasında Hindistan'da yürütülen araştırmada; kumlu-tınlı topraklarda, damla sulama ve malçlama metodlarının lahanalar bitkisinin su üretim fonksiyonlarına etkisi belirlenmiştir. Araştırmada, bitki su tüketimi, Penman - Monteith yöntemiyle tahmin edilmiş ve net sulama suyu ihtiyacı, etkili yağış dikkate alınarak hesaplanmıştır. Damla sulama konuları sulama suyu ihtiyacının %100, 80 ve 60' ı uygulanacak şekilde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda; ortalama mevsimlik sulama suyu ihtiyacı 400 mm bulunmuştur. Plastik malç ve damla sulama birlikte uygulandığında verim 111.2 t ha⁻¹ olarak en yüksek olup, sadece damla sulama uygulandığında 106.68 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Gutezeit (2004) tarafından Almanya, Berlin' de yürütülen çalışmada, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %25, 45 ve 65' inin tüketilmesi halinde sulamalara başlanacak şekilde oluşturulan farklı sulama suyu rejimlerinin, brokkoli bitkisinde, toplam biomas, azot (N) dengesi ve pazarlanabilir verim üzerine etkileri incelenmiştir. İlkbahar ve sonbahar yetiştiriciliği şeklinde yapılan denemelerde, toplam bitki ağırlığı ve verimin, mevcut suyun %75' inin tüketilmesi halinde sulama yapılan konuda en düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca brokkolide ki azot miktarları organik toprakta 350 kg ha⁻¹ , alüviyal toprakta ise 320 kg ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Hanson ve May (2004), Kalifornia bölgesinde damla sulama ve yağmurlama sulama sistemlerinin domates bitkisinde verim ve kaliteye olan etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırma sonucunda; sulama suyunda çok fazla farklılık olmamasına rağmen damla sulama ile sulanan alanda, 12.93 – 22.63 Mg ha⁻¹' lik verim artışı sağlandığını belirtmişlerdir.

ABD' de yürütülen başka bir araştırmada (Thompson ve ark. 2002), brokkoli bitkisi damla sulama yöntemi ile fertigasyon tekniği ile yetiştirilmiş, farklı toprak nem tansiyonları altında damla sulama uygulamalarının ve su ile azotun bitki, verim ve kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, damla sulama yöntemi ile azot ve su uygulamalarının verim üzerine önemli etkiler yaptığı belirtilmiştir (Kanber ve ark. 2004).

Machado ve Oliveira (2005), Portekiz' de yürüttükleri araştırmada, farklı lateral derinliklerine yerleştirdikleri toprakaltı damla sulama yönteminin ve farklı sulama suyu

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

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

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

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

Doğan ve ark. (2008), Harran Ovasında yürüttükleri araştırmada toprakaltı damla sulama ve damla sulama yöntemleri ile altı farklı sulama suyu seviyesinin kavun bitkisine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, 4 L h⁻¹ damlatıcı debisine sahip olan damlatıcılar kullanılmış ve toprakaltı damla sulama yöntemi için lateraller 30 cm derinliğe

yerleştirilmiştir. Ayrıca, sulama suyu A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 0, 25, 50, 75, 100 ve 125' inin uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek kavun veriminin A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin % 75 ile 100' ünün uygulandığı koşullarda elde edildiği belirtilirken, verim açısından damla ve toprakaltı damla sulama yöntemlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir.

2.2. Kabak Bitkisinin Su – Üretim Fonksiyonları

Türkiye'nin farklı iklim ve toprak yapısına sahip olması nedeniyle sebze üretimi hemen her bölgeye yayılmakla birlikte bölgenin ekolojik yapısına bağlı olarak toplam üretim içindeki oranı değişmektedir. Genellikle üretimin en fazla yapıldığı Akdeniz Bölgesi örtü altı sebze yetiştiriciliği, Ege ve Trakya ile Anadolu bölümünü içine alan Marmara ise açıkta sebze yetiştiriciliği açısından ön plandadır. Sebze üretiminin %87' si açıkta, %13' ü örtü altında yapılmaktadır (Şeniz 2004). Son yıllarda, geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan ve tüketiciler tarafından sevilen bir sebze olarak bilinen kabağın, insan beslenmesi ve sağlığı bakımından yararlı özellikleri nedeniyle dünyanın her ülkesinde önemli bir tüketim ve üretim materyali haline gelmiştir. 100 g kabağın % 5-10' u kuru madde, geriye kalanı ise sudur. Bu kuru madde içinde 1.4 g protein, 3.9 g karbonhidrat, 0.2 g yağ, 18 mg C vitamini, 140 mg A vitamini, 0.07 mg B₁ vitamini, 0.04 mg B₂, 0,6 mg Niacin, 19 mg Ca, 38 mg P, 0.5 mg Fe bulunmaktadır. Kalori değeri ise % 22'dir (Sevgican 2002).

Yazlık kabak *Cucurbita* familyasının bir üyesi olup düşük kaloriye, geniş kullanım ve tat aralığına sahiptir. Birçok çeşit sekiz hafta içinde pazarlanabilir hasat düzeyine ulaşmaktadır. Kabak bitkisi, iyi drene edilmiş, organik madde içeriği yüksek herhangi bir toprak tipinde yetiştirilebilir. Toprak pH' ı 6.0 – 6.5 arasında olmalıdır. Ekim zamanında gün içi sıcaklık minimum 15,5 °C, gece sıcaklığı 7.0 °C' den düşük olmamalıdır. Malç altında yapılan üretimde damla sulama sistemi önerilir, gübre ve pestisitler sulama suyu ile birlikte uygulanabilir (Anonim 2011).

Dünyada ve ülkemizde yüksek verim ve kalitede ürün sağlanabilmesi için çeşitli bitki ve özellikle sebzelerin su-üretim fonksiyonlarının belirlenmesi ve sulama programlaması üzerine birçok araştırma yürütülmüştür. Yüksel (1994), tarafından ülkemiz koşullarında yürütülen araştırmada, kabak bitkisinin, damla sulama yöntemi ile A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın farklı düzeyleri dikkate alınarak, verim ve kalite yönünden değişimleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek verimin $K_p=1.20$ buharlaşma katsayısının

uygulandığı deneme konusundan elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut koşullarda toprağa 75 cm derinlikte yerleştirilecek tansiyometre değerinin 12-15 cb olması halinde sulama yapılabileceği açıklanmıştır.

Suudi Arabistan’ da yürütülen bir çalışmada, lizimetre koşullarında yetiştirilen kabak ve domates bitkileri için elde edilen gerçek bitki su tüketimleri ile FAO-Penman, Blaney Criddle, Jansen-Haise, Pan Evaporasyon ve Thornthwaithe model eşitlikleri ile hesaplanan bitki su tüketimleri karşılaştırılmış ve k_c bitki katsayıları elde edilmiştir. Araştırma sonucunda istatistiksel açıdan kabak bitkisi için en iyi tahmini FAO-Penman metodu, domates bitkisi için Pan- Evaporasyon metodu vermiştir. Kabak bitkisinin gelişim evrelerine göre k_c bitki katsayısı değerleri 0.56, 0.72, 0.96 ve 0.73 olarak, domates bitkisi için ise 0.28, 0.80, 0.96 ve 0.75 olarak bulunmuştur (Al-Omran ve ark. 2004).

Ertek ve ark. (2004) A sınıfı kaptan olan farklı buharlaşma miktarları ($k_{cp} = 0.6$ ve $k_{cp} = 0.9$) ve farklı sulama aralıklarının ($I_1=6$ gün, $I_2=12$ gün) kavun bitkisinin su – üretim fonksiyonlarına etkilerini belirlemek amacıyla Van’ da yürüttükleri araştırmada, bitki su tüketim değerinin 405 – 637 mm arasında değiştiğini açıklamışlardır. Araştırmada en yüksek verim, A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın 0.9 katının 6 gün ara ile uygulandığı deneme konusundan 44.7 t ha^{-1} olarak elde edilmiştir.

Mohammad ve ark. (2004) tarafından iki yıl boyunca Ürdün’de yürütülen çalışmada, farklı fosfor miktarlarının (0, 30, 60 ve 90 mg P), damla sulamada fertigasyon tekniği ile uygulanması koşullarında, kabak bitkisinin verim ve verim parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Sulama suyu uygulamaları, A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %80’ i ve haftada 2 kez olacak şekilde planlanmıştır. Araştırma sonucunda en düşük fosfor dozunun fertigasyon tekniği ile birlikte en yüksek verim eldesinde yeterli olduğu açıklanmıştır. En yüksek verim damla sulama ile birlikte 30 mg P uygulaması yapılan deneme konusunda, ilk yıl 38.4 t ha^{-1} , ikinci yıl ise 26 t ha^{-1} olarak belirlenmiştir.

Al-Omran ve ark. (2005) Suudi Arabistan’da yürüttükleri araştırmada, 4 farklı sulama düzeyi (ETO’ in %60, 80, 100 ve 120’ si kadar sulama suyu) ve 2 farklı sulama yönteminin (damla sulama ve toprak altı damla) kabak bitkisinin su kullanım randımanı, kök dağılımları ve verim değerleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; kabak bitkisinin verimi ilk yıl için 25.07 ve ikinci yıl için 17.90 t ha^{-1} olarak belirlenmiştir. Su kullanım randımanlarının 2.44 ile 2.78 kg m^{-3} değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, toprak altı damla sulama ile kök bölgesinde biriken tuz miktarında önemli ölçüde azalma olduğu gözlenmiştir.

Rouphael ve Colla (2005) yaptığı araştırmada; topraksız kültürde kabak bitkisini damla ve toprakaltı damla sulama ile iki farklı yetiştirme sezonunda (ilkbahar-yaz, yaz-sonbahar) yetiştirmişlerdir. Çalışmada büyüme durumu, verim, ürün kalitesi (kuru madde, karbonhidrat, protein, c vitamini, nitrat ve mineral içeriği), toplam besin maddesi uygulama miktarı, mineral madde miktarı ve su kullanım etkinliği parametreleri incelenmiştir. İlkbahar-yaz ve yaz-sonbahar dönemleri karşılaştırıldığında; ilkbahar-yaz döneminde %35 ve 33 düzeylerinde toplam ve pazarlanabilir verimin daha az olduğu ancak bunun yanında, erken ürün hasadı (10 gün), yüksek ürün kalitesi (yüksek glukoz, fruktoz ve sukroz miktarı, nişasta üretiminin fazlalığı, P, K ve Mg mineral madde artışı) ve su kullanım randımanında artış gibi birkaç parametrenin çok iyi olduğu açıklanmıştır.

Ülkemizde yazlık kabak üretimi; taze tüketim, dondurulmuş-kızartılmış olarak ve bebek maması sektöründe kullanılmak üzere, son yıllarda da bazı ülkelere ihracatı yapılabilecek düzeyde üretilmektedir. Yürütülen çalışmada verim dağılımı, verim kalite-parametreleri, depolama ömrü ve dondurarak muhafaza işleminin kabak üzerine etkileri bazı yazlık kabak çeşitlerinde araştırılmıştır. İncelenen parametreler meyve boyu, meyve uzunluğu, erkenci ürün verimi, yıllara ve türe bağlı olarak toplam verim olarak belirtilmiştir. Her iki yılda da erkenci ürün verimi ve toplam en yüksek verim HSR 3011 çeşidinde bulunmuş, meyve sayısı ile verimi arasında korelasyon olduğu açıklanmıştır. Yazlık kabak çeşitlerinin 14 günden fazla depolama ömrünün olduğu yapılan değerlendirmeler sonucunda ortaya konulmuştur (Kaygısız ve ark. 2006).

Rolbiecki (2007) tarafından Polonya’da 1998-2000 yıllarında yürütülen araştırmada, damla sulama ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri kullanılarak, kabak bitkisinin kumlu topraklarda yetiştirilme koşulları belirlenmiştir. Araştırmada 3 farklı kabak çeşidi (astra, nimba ve soraya) kullanılarak su kullanım randımanı ve verim değerleri belirlenmiş, en yüksek verim damla sulama yöntemi ile sulanan ‘astra’ çeşidinde 30.3 t ha⁻¹ bulunmuştur.

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

yüksek oranlarda arttırdığı ve kök gelişimi, yayılımı ve derinliği üzerine oldukça olumlu etkiler yaptığı belirtilmiştir.

Ghany ve ark. (2009) tarafından 1999 ve 2000 yıllarında Reyad' da yürütülen araştırmada; iki farklı gübre uygulama metodu (geleneksel ve fertigasyon) ve 2 farklı sulama yöntemi (yüzey ve yüzeyaltı damla) altında, kabak bitkisinin gelişimi, verim, nitrojen kullanım etkinliği ve su kullanım etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada sulama düzeyleri A sınıfı kaptan olan buharlaşma değerleri esas alınarak oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, fertigasyon tekniği ile gübre kullanım etkinliği daha yüksek olmuştur. Yüzey altı damla sulama yöntemi, su dağılım etkinliği, nitrojen kullanım etkinliği, verim ve bitki gelişimi açısından daha randımanlı olmuştur. En yüksek gübre kullanım etkinliği ve verim değerleri yüzey altı damla sulama ve fertigasyon yönteminin kullanıldığı, bitki su tüketiminin %80' inin karşılandığı deneme konusunda, sırasıyla, 35.60 kg kg⁻¹ nitrojen ve 21.2 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Amer (2011) tarafından Mısır'da yürütülen çalışmada, karık ve damla sulama yöntemleri altında yetiştirilen kabak bitkisinin verim ve kalitesi değerlendirilmiştir. Sulama suyu uygulamaları bitki su tüketiminin 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5' i uygulanacak biçimde planlanmıştır. Bitki su tüketimin tamamının uygulandığı araştırma konusunda su kullanım miktarı damla sulama ve karık sulama yönteminde sırasıyla 304 ve 344 mm olarak elde edilmiştir. Kabak verimi ve kalitesi farklı sulama yöntemleri ve sulama suyu miktarlarından istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmiştir. En yüksek verim değeri ise optimum konuda (1.0 ET_c) damla sulama yöntemi için 45.67 Mg ha⁻¹, karık sulama yöntemi için 43.96 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Özdüven ve Arın (2011) tarafından Tekirdağ koşullarında yürütülen çalışmada, üretimi sırasında su ihtiyacı yüksek olan yazlık kabak bitkisinin farklı salisilik asit (SA) uygulama metotlarıyla (tohum, yaprak, tohum+yaprak) ve değişik dozları ile (0, 0.5, 1 mM SA), normal ve geç ekim dönemlerinde kısıtlı su koşullarında bitki gelişimi, verim ve verim parametrelerine (meyve sayısı, toplam verim) etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu ve toplam ağırlıkta ekim zamanının, meyve sayısında ise ekim zamanı, sulama ve SA uygulama dozunun önemli düzeyde farklılığı olduğu görülmüştür.

2.3. Bitki Su Stresinin Belirlenmesinde Bitkisel Yaklaşımlar

Sulama programlamasında kullanılan yöntemleri genel olarak; toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi baz alan yaklaşımlar olmak üzere üç grupta toplamak olasıdır. Bitkiler, toprak ve atmosferik çevrelerinin etkilerini bünyelerinde birleştirmektedirler. Bu nedenle sulama programlamasında bitkiyi baz alan ölçümlerin kullanılması son yıllarda giderek artan bir önem kazanmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999). Özellikle, bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniğı bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popüleritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten ve psikrometrik ölçümlerden yararlanarak bitki su stresi indeksi (CWSI) belirlenmektedir. Idso ve ark. (1981), potansiyel hızda transpirasyon yapan bir bitki için atmosferin buhar basıncı açığı (VPD) fonksiyonu olarak bitki tacı - hava sıcaklığı farkını ($T_c - T_a$) ölçmüşler ve bu değerler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Yeterli düzeyde sulanan ve potansiyel düzeyde transpirasyon yapan bitkiler için bu doğrusal ilişki alt baz çizgisi olarak adlandırılır. Bu ilişkinin bitki çeşidine bağlı olduğu ve geniş coğrafik alanlarda kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Idso ve ark. 1981). Buhar basıncı açığından bağımsız, hava sıcaklığına bağımlı olan bitki tacı - hava sıcaklığı farkının üst baz çizgisi ise transpirasyon yapmayan bitkilerde belirlenir. Bu biçimde elde edilen temel grafik yardımıyla, genellikle bitkilerin en çok strese olduğu öğle saatlerinde yapılan bitki yüzey sıcaklığı, kuru ve ıslak termometre sıcaklığı ölçümleri yapılarak CWSI hesaplanabilir. Alt ve üst sınır çizgilerinin bulunmasında teorik ve deneysel yaklaşım kullanılabilir. Her ikisinde de CWSI sıfır ile bir arasında değişir (Idso 1982). Horst ve ark. (1989) su stresinin olmadığı alt sınırın bitki türüne, çeşidine ve çevre koşullarına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Ülkemizde ve dünyada birçok araştırmacı tarafından çeşitli bitkiler üzerine farklı iklim ve bölge koşullarında yapılan çalışmalar sonucunda, CWSI' nin sulama programlarının hazırlanmasında kullanılabileceğı belirtilmiştir (Nielsen ve Gardner 1987, Gençoğlan ve Yazar 1999, Yazar ve ark., 1999, Irmak ve ark. 2000, Alderfasi ve Nielsen 2001, Orta ve ark. 2002, Colaizzi ve ark. 2003, Orta ve ark. 2003, Yuan ve ark. 2004, Gonza'lez-Dugo ve ark. 2005, Erdem ve ark. 2010). Aynı araştırmacılar, CWSI ile sulama zamanının belirlenebileceğini, ancak, bu yöntemin uygulanacak sulama suyu konusunda bir fikir vermeyeceğini açıklamışlardır.

Trakya Bölgesinde son yıllarda yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan, ayçiçeği, karpuz, buğday, patates, fasulye bitkileri için, bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve sulama zamanı planlamasında kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla yürütülen araştırmalarda (Orta ve ark. 2002; Orta ve ark. 2003; Orta ve ark. 2004; Erdem ve ark. 2006a; Erdem ve ark. 2006b, Erdem ve ark. 2010) infrared termometre tekniği ile bitki su stresi indeksinin (CWSI) hesaplanmasında yararlanılan alt ve üst baz çizgileri belirlenerek, verim tahmininde kullanılabilecek mevsimlik ortalama CWSI ile verimler arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Ayrıca, porometre tekniği ile yaprak gözenek dirençleri ölçülmüş ve CWSI, yaprak gözenek direnci ve toprak nemi arasındaki ilişkiler açıklanmıştır. Trakya koşullarında kabağın su kullanım özelliklerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma bugüne kadar yapılmamıştır. Dünyada ve ülkemizde, uzaktan algılama tekniklerinin sulama zamanının planlanmasında kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışma sayısı da çok az olup, mevcut çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Gardner ve ark. (1992b), bitki su stresi indeksi ile bitkiye ilişkin diğer su stresi ölçüm parametreleri, yaprak su potansiyeli, biomass, gözenek direnci, verim, transpirasyon ve toprak nemi gibi faktörler arasındaki ilişkilerin açıklanmaya çalışıldığı çok sayıda araştırmayı listelemiştir. Bu araştırmalar içinde, özellikle sebze grubuna giren pazı, bezelye, domates ve kabak gibi bitkilerde sırasıyla, Idso (1982), Clark ve Hiler (1973), Katerji ve ark. (1987), Hatfield ve ark. (1983), Hatfield ve ark. (1984a), Idso ve ark. (1981a) için bu ilişkilerin çoğu belirlenmiştir.

Gençoğlan ve Yazar (1999), Çukurova koşullarında I. ürün mısır bitkisinde, su – verim ilişkileri, infrared termometre (IRT) ve porometre gözlemlerinden saptanan bitki su stres indekslerinden (CWSI) yararlanarak sulama programı hazırlamak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Mısır dane veriminin düşmeye başladığı, sulamadan önceki infrared gözlemlerinden belirlenen eşik CWSI değerini 0.19, porometre gözlemlerinden belirlenen eşik değerinin ise 0.26 olarak bulunduğunu ve bu koşullarda sulanan mısırdaki verim kaybı olmayacağını belirtmişlerdir.

Yazar ve ark. (1999), Texas'ta LEPA yöntemiyle farklı düzeylerde sulanan mısır bitkisinde CWSI değerlerini deneysel yöntemle belirlemişler ve verimde azalmanın olmadığı stres eşik değerini 0.33 olarak belirlemişlerdir. Tam sulanan konuda mısır verimi 12460 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Sulama programlamasında su stresinin belirlenmesinde bitki su stres indeksi değeri oldukça değerli bir izleme ve değerlendirme parametresidir. 1990-1991 yıllarında Kolorado, ABD'de yapılan çalışmada, buğday sulama programlamasında kullanılmak üzere baz

denklemlerinin oluşturulması ile CWSI değerlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, bitki yüzey sıcaklığı-hava sıcaklığı ile atmosferik buhar basıncı açığı arasında negatif bir ilişki olduğu açıklanmıştır (Alderfasi ve Nielsen 2001).

Kuzey Çin platosunda yürütülen çalışmada, CWSI' nin tanımlanmasında üç farklı model olan, Idso deneysel metodu, Jackson teorik metodu ve yeni geliştirilen Alves modeli kullanılmış; yüzeyden yansıyan sıcaklığın ifadesi olan ıslak termometre sıcaklığı ve bitki yüzey direncinin değerlendirilmesiyle elde edilmiş olan çok sayıda veri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Jackson ve Alves modellerinin deneysel modele göre kışık buğdayın su stresinin belirlenmesinde daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Jackson modelinin daha belirleyici değerler vermesinin yanında, Alves modelinin buğdayda su stresinin bulunmasında daha pratik olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (Yuan ve ark. 2004).

David (2004) tarafından 2001 yılında mısır bitkisi için yürütülen araştırmaya göre; araştırma alanında bitki su stres karakteristikleri ve verim tahmini için CWSI değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Gerçekleşen düşük su kısıtı koşullarından dolayı üst baz hesaplanamadığı için daha önce yayınlanan +4.6 °C değeri kullanılmıştır. Stresiz koşullar için alt baz denklemi geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda, CWSI değeri ile mısır verimi arasında negatif bir ilişki olduğu, verim azalmasına karşın CWSI değerlerinin arttığı açıklanmıştır.

Silva ve Rao (2005) yarı kurak iklime sahip Kuzey Doğu Brezilya'da Ağustos 1993-Ocak 1994 ayları arasında yetiştirilen pamuk bitkisinde, enerji dengesi eşitliği temel alınarak günlük ve mevsimlik bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Bitki yüzey alanı sıcaklığı, hava sıcaklığı, net radyasyon, rüzgar hızı ve psikrometrik ölçümler yapılmıştır. CWSI değeri 0.3 olduğu zaman sulamalara başlanması yaklaşımında bulunulmuştur.

Erdem ve ark. (2006) tarafından Tekirdağ koşullarında, damla sulama yöntemi ile sulanan fasulyenin, maksimum su stresi (%0) ve tam sulama koşullarında (%100), bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerinin elde edilmesinde kullanılan bitki tacı-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Çalışmada, beş farklı sulama konusunun (tam sulanan konuda 60 cm toprak derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 50' si tüketildiğinde eksik nemin % 0, 25, 50, 75 ve 100' ünün karşılandığı) verim ve sayısal yaklaşım ile hesaplanan bitki su stresi indeksi değerlerine etkisi araştırılmıştır. En yüksek verim ve su kullanımı bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı konudan elde edilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri

arasında verim tahmininde kullanılabilir 'Y = 2.731 – 2.034 CWSI' doğrusal eşitliği elde edilmiştir.

Sulama zamanı planlamasında, uzaktan algılama uygulamaları, toprak tabanlı ölçüm yöntemlerine göre daha hızlı sonuç almayı sağlamaktadırlar. Arizona ABD' de pamuk bitkisinde yürütülen araştırmada, bitki yüzey sıcaklığı ve bitki su stresinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan ölçüm teknikleri ve simülasyon modelleri istatistik olarak değerlendirilmiş, düşük ve orta stres koşullarında bitki yüzey sıcaklığının (T_c) bitki su stresinin (CWSI) belirlenmesinde kullanılabilirliği açıklanmış, yüksek stres koşullarına ise bitki su stresinin belirlenmesinde tavsiye edilmemiştir. Ayrıca, elde edilecek değerler ile kısıtlı su koşullarında ürün veriminin maksimuma çıkarılmasının mümkün olacağı belirtilmiştir (Gonzales-Dugo ve ark. 2005).

Payero ve Irmak (2006) sulama zamanı planlamasında infrared termometrenin dolayısıyla CWSI' nin kullanımının artırılması amacıyla, Nebraska koşullarında yürüttükleri çalışmalarda mısır ve soya bitkisine ait alt ve üst baz denklemlerini deneysel yaklaşımdan yararlanarak, buhar basıncı açığı, bitki yüksekliği, solar radyasyon ve rüzgar hızının bir fonksiyonu olarak regresyon analizleri ile elde etmişlerdir. Mısır için üst baz değeri " $T_c - T_a = 1.61$ ", alt baz denklemi ise " $T_c - T_a = 1.58 - 1.66 VPD$ " olarak bulunmuştur. Ayrıca, araştırmacılar mısır için daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen alt baz denklemlerini grafikleyerek, üst baz değerlerinin ise Shanahan ve Nielsen (1987), Nielsen ve Gardner (1987) tarafından 3 °C, Steele ve ark. (1994) tarafından 5 °C, Irmak ve ark. (2000) tarafından 4.6 °C olarak belirlendiğini açıklamışlardır.

Adana koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisinde, farklı su ve gübre uygulamalarına karşı su stres indeksinin değişimi araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı sulama konusu ele alınmıştır. Yaprak su potansiyeli değerleri baz alınarak yapılan ilk sulamalar, topraktaki eksik nem değeri tarla kapasitesine getirilecek şekilde uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından elde edilen yaklaşık birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin % 100 nün I_1 konusuna, %70 inin I_2 konusuna ve %50 sinin I_3 konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada I_1 , I_2 ve I_3 deneme konularına sırasıyla 493, 316 ve 163 mm sulama suyu uygulanmıştır. Söz konusu sulama konularında kütlü verimleri sırayla 312, 349 ve 334 kg da⁻¹ olmuştur. Çalışma sonucunda deneme konularından elde edilen sulama öncesi ortalama CWSI değerleri; I_1 için 0.06, I_2 için 0.15 ve I_3 için 0.30 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda farklı su ve gübre düzeyleri altında verimde çok önemli farklılıklar olmadığından, I_3 konusuna ait CWSI= 0.30 değerinin ölçüt olarak alınacağı saptanmıştır (Kaçar 2007).

Dağdelen ve ark. (2008) tarafından yürütülen çalışmada; karık sulama ile sulanan mısır bitkisinde bitki su stres indeksi, bitki yüzey alanı sıcaklığı ve buhar basıncı açığı arasındaki ilişki incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır. Beş farklı sulama (%100, 70, 50, 30 ve 0) konusu ile yapılan sulamalara karşılık elde edilen mısır verimi ve CWSI sonuçları incelenmiştir. En yüksek mısır verimi ve su kullanımı optimum konuda (%100) elde edilmiştir. CWSI değerleri topraktaki nem azalmasını sağlayan kısıntılı sulama uygulamalarıyla paralel olarak değişmiştir, topraktaki suyun azalmasına bağlı olarak CWSI değerleri artmıştır. Sulama öncesi ortalama CWSI değeri 0.22 olduğunda en yüksek silaj verimi elde edilmiş ve “ $Y = 59258CWSI^2 - 72051CWSI + 24060$ ” eşitliğinin mısır bitkisi verim tahmininde kullanılabileceği açıklanmıştır.

Gontia ve Tiwari (2008) tarafından yürütülen çalışmada, bitki yüzey - hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler belirlenerek, kışlık buğday bitkisinde bitki su stres indeksi (CWSI) değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada deneme konuları ihtiyaç duyulan sulama suyunun tamamının karşılandığı, sulama suyu uygulanmayan ve kullanılmasına izin verilen nemin %10, 40, 60' ının tüketildiği konulardan oluşturulmuştur. Geliştirilen CWSI değerlerinin buğdayda bitki su stresinin izlenmesinde ve sulama zamanı planlamasında kullanılabileceği açıklanmıştır.

Bitkiye dayalı sulama programlama tekniklerinden olan infrared termometre yöntemi ile su uygulama zamanı bilinirken, sulama suyu miktarı konusunda fikir sahibi olunamamaktadır. Yöntemin bu eksikliğini gidermek amacıyla yürütülen bu çalışmada; toprak profilindeki kullanılabilir suyun tüketilen yüzdesini (fDEP) doğrudan bitki su stres indeksi ile ilişkilendiren bir yaklaşım incelenmiştir. Araştırmada kök bölgesindeki kullanılabilir suyun %40, 60, 80 'i tüketildiğinde sulama suyu uygulama şeklinde 3 farklı sulama konusu ele alınmıştır. Kuramsal CWSI ile fDEP arasındaki ilişkiler belirlenerek sulamalar öncesi toprak profilinden tüketilen su miktarı belirlenmiş dolayısıyla sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı da belirlenmiştir. Böylece, CWSI yöntemi hem sulama zamanını hem de ne kadar su uygulanması gerektiğini belirleyebilen bir yaklaşım haline dönüştürülmüştür (Gençel 2009).

Erdem ve ark. (2010) tarafından Tekirdağ koşullarında yürütülen çalışmada, brokkoli bitkisinin, damla sulama ile fertigasyon tekniği kullanılarak; verim ve verim öğelerinin, bitki su tüketimi ve uygun sulama programlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %50, 75, 100 ve 125' i kadar sulama suyu ve dekara 0, 15, 20 ve 25 kg' lık azotlu gübre konuları olmak üzere 16 konuda yürütülmüştür. En yüksek verim değerleri her iki dönemde de %50 konusunda gerçekleşmiştir. Mevsimlik su tüketimi değerleri ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde sırasıyla 187-326 mm ve 242-346 mm olarak

bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, bitki yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve VPD değerlerinden yararlanılarak sayısal yaklaşım ile bitki su stresi indeksi değerleri (CWSI) hesaplanmıştır. Brokkoli sulamasında CWSI değeri 0.61' e ulaştığında sulamaya başlanmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılacak “ $Y = 2.731 - 2.034 \text{ CWSI}$ ” doğrusal eşitliği elde edilmiştir. Ayrıca, bitki su stresi indeksi ile yaprak alan indeksi arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Andrieu ve ark. (1997) tarafından belirtildiğine göre yaprak alan indeksi, mısır bitkisinde büyümeyi karakterize eden önemli bir değişkendir. Grignon' da yaprak alan indeksinin saptanması amacıyla yürütülen çalışmada anılan değerler 0 - 4 arasında değiştiği gözlenmiştir (Pamuk 2003).

Espana ve ark. (1998), Avignon- Fransa' da üç farklı bölgede m²' ye düşen bitki sayısını 12, 8.5 ve 7 bitki olarak belirlemişlerdir. Yaprak alan indeksi (LAI) değerlerinin bitki boyu ile birlikte incelenmesi sonucunda bitki boyu 30 cm iken yaprak alan indeksi 0.44, bitki boyu 47 cm iken yaprak alan indeksi 1.00; bir diğer bölgede ise, bitki boyu 1.70 m olduğunda yaprak alan indeksi değerinin 4.50 olduğu saptanmıştır. Ayrıca hasat zamanı ölçülen bitki boyu değerlerinin 1.90 m - 3.60 m arasında değiştiği ifade edilmiştir (Pamuk 2003).

Pandey (2000) tarafından yürütülen çalışmada mısır bitkisinde maksimum yaprak alan indeksi değerinin tam sulanan ve en yüksek N uygulaması yapılan konudan elde edildiği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

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

3.1.1. Araştırma alanı

Araştırma, 2010 ve 2011 yıllarında Tekirdağ ili Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Uygulama Alanında yürütölmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği 4 m, enlem derecesi 40° 59' kuzey, boylam derecesi ise 27° 29' doğudur. Araştırma alanının konumu Şekil 3.1' de verilmiştir.

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırmanın yürütöldüğü Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığından sağlanan 1939 – 2008 yıllarına ait her aya ilişkin uzun yıllar ortalamaları izelge 3.1' de ve araştırmanın yürütöldüğü 2010–2011 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri izelge 3.2' de verilmiştir.

Araştırma alanı yarı kurak iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamaları dikkate alındığında; yıllık ortalama sıcaklık 13.9 °C, aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4.9 °C ile Ocak, en sıcak 23.6°C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 585.1 mm' dir. Ortalama son don tarihi 21 Mart, ilk don tarihi ise 7 Aralık' tır. Yıllık ortalama bağıl nem % 77.9, bu değer Temmuz ve Ağustos aylarında % 70.9' a düşmekte ve Aralık ayında ise % 82.6' ya yükselmektedir. Yıllık ortalama rüzgar hızının 2 m yükseklikteki değerı 2.7 m/s' dir.

3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Araştırma alanın toprakları genellikle derin profillidir. Toprak bünye sınıfı kil ya da killi- tındır. Araştırmanın yürütöldüğü alanlarda tuzluluk, sodyumluluk ve taban suyu gibi sorunlar bulunmamaktadır. Araştırma, 2010 ve 2011 yılları için iki farklı alanlarda yürütölmüştür. Her bir alan için toprak analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma alanı

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

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

* 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2010 ve 2011 yıllarına ait iklim verileri

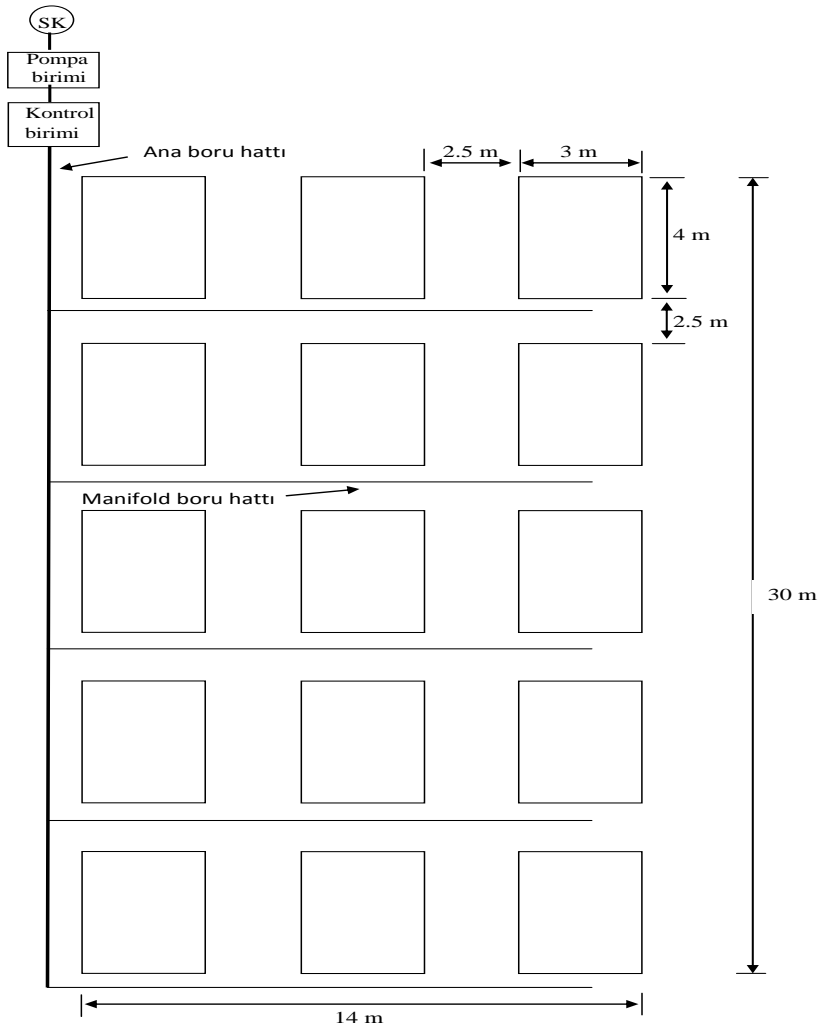
Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm)	Yağış (mm)
2010	Nisan						
	Nisan 11–20	12.99	77.40	2.37	5.69	15.00	14.00
	Nisan 21–30	13.99	70.70	3.00	8.98	51.80	0.00
		13.49	74.05	2.69	7.34	66.80	14.00
	Mayıs						
	Mayıs 1–10	16.10	73.30	1.90	9.73	46.90	0.00
	Mayıs 11–20	19.13	67.68	2.65	7.62	32.00	7.00
	Mayıs 21–31	20.68	74.36	2.05	9.05	68.70	3.00
		18.64	71.78	2.20	8.80	147.60	10.00
	Haziran						
	Haziran 1–10	21.57	72.70	2.50	5.92	61.60	14.50
	Haziran 11–20	25.00	69.70	2.41	9.60	37.00	11.60
	Haziran 21–30	21.79	76.55	2.16	4.37	44.80	13.60
		22.79	72.98	2.36	6.63	143.40	39.70
	Temmuz						
Temmuz 1–10	23.58	73.40	2.49	7.55	31.00	27.00	
Temmuz 11–20	26.40	69.80	2.55	10.05	13.50	12.00	
Temmuz 21–31	26.35	70.45	2.75	8.70	54.30	5.00	
	25.44	71.22	2.60	8.77	97.90	44.00	
2011	Nisan						
	Nisan 11–20	12.99	74.3	2.87	3.25	21.10	32.50
	Nisan 21–30	13.99	75.4	2.51	5.70	23.10	4.00
		13.49	74.8	2.69	4.47	44.20	36.50
	Mayıs						
	Mayıs 1–10	13.50	80.20	2.07	3.78	24.00	30.00
	Mayıs 11–20	16.07	78.30	2.18	9.29	30.60	12.10
	Mayıs 21–31	17.78	73.90	2.53	7.69	45.50	0.00
		15.78	77.40	2.26	6.92	100.10	42.10
	Haziran						
	Haziran 1–10	22.03	71.00	2.17	10.30	47.80	9.40
	Haziran 11–20	21.70	77.00	2.20	7.28	40.30	22.20
	Haziran 21–30	22.11	57.50	2.91	7.78	49.60	53.80
		21.94	68.50	2.42	8.45	137.70	85.40
	Temmuz						
Temmuz 1–10	23.45	72.40	2.41	9.58	47.50	7.80	
Temmuz 11–20	26.25	64.60	2.32	11.41	55.70	0.00	
Temmuz 21–31	29.40	65.60	2.90	10.95	61.30	0.00	
	23.37	67.50	2.54	10.65	164.50	7.80	

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

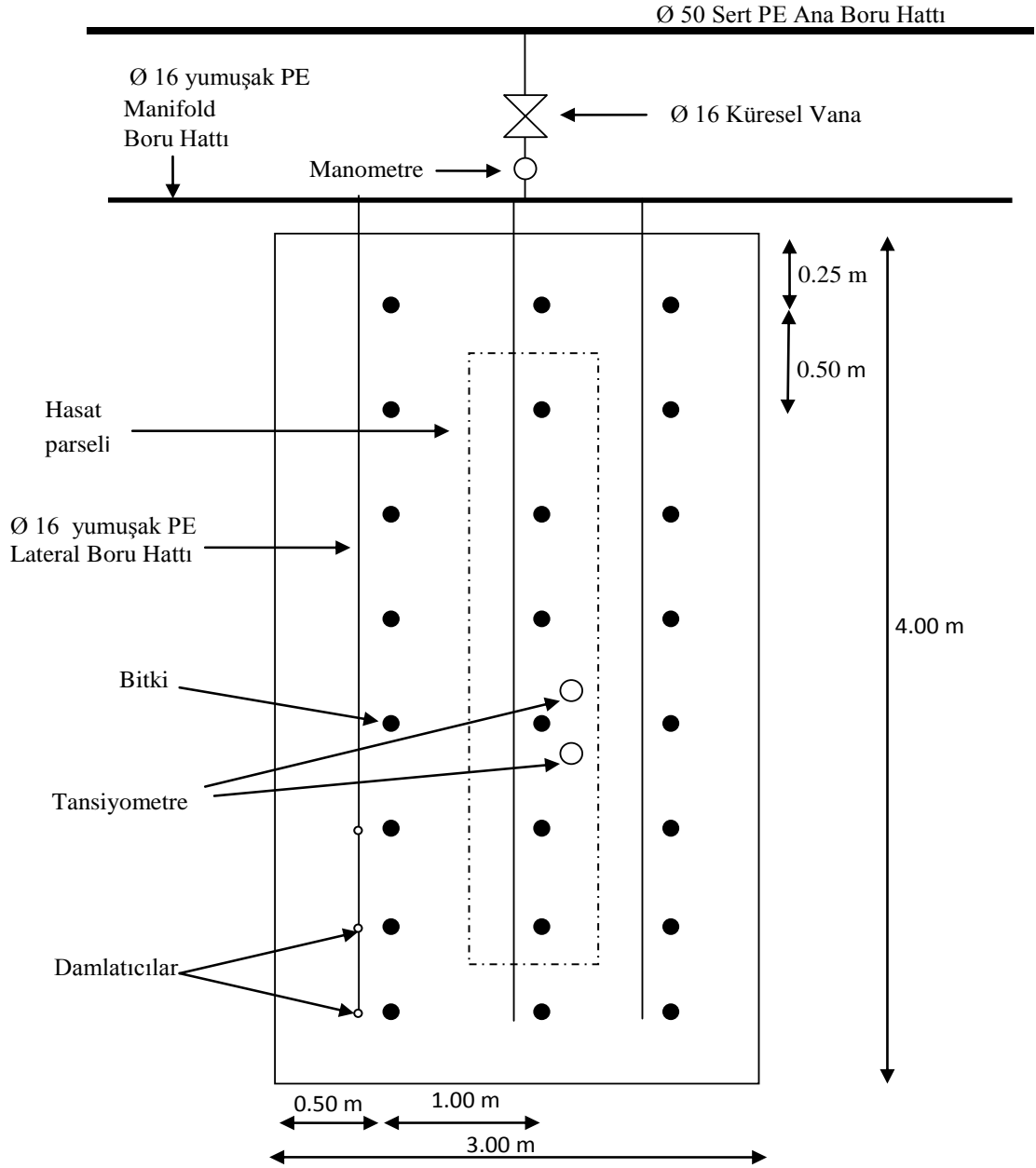
** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir

3.1.4. Sulama sistemi

Sulama sistemi sırasıyla, su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, boru hatları ve damlatıcılardan oluşmuştur (Şekil 3.2). Araştırma parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, deneme alanı yakınından geçen şehir şebeke hattından alınarak, 10 ton hacmindeki bir tankta depolanmış, 10 L s^{-1} debideki suyu 26 m yüksekliğe basabilen ve benzinli motor ile çalışan santrifüj pompa ile sisteme verilmiştir. Sulama suyu kontrol biriminde damlatıcıları tıkamayacak biçimde süzülüp basıncı ve debisi denetlenerek deneme parsellerine dağıtılmıştır. Kontrol birimi, hidrosiklon, elekfiltre, basınç regülatörü, basınç ölçümleri için manometrelerden oluşturulmuştur. Sulama sistemi içerisinde; ana boru hattı için 50 mm dış çaplı sert PE borular, manifold boru hatları için 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular ve lateraller için üzerinde toprağın infiltrasyon hızına göre aralıkları ve debisi belirlenmiş in-line damlatıcıların bulunduğu 16 mm çapında yumuşak PE borular kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Deneme alanı



Şekil 3.3. Bir deneme parselinin ayrıntısı

3.1.5. A sınıfı buharlaşma kabı

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

3.1.6. İnfared termometre aletinin özellikleri

Araştırmada, bitki su stresinin belirlenmesi amacıyla, bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde “Fluke 574 Model”; 3 noktalı lazer ışını ile sıcaklık ölçümleri alan, ayarlanabilir görüş açısı (FOV) özelliğine ve bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde 8-14 µ dalga boyunda ışınları algılayan filtrelelere sahip, emissivite katsayısı 0.98 olarak ayarlanmış portatif infared termometre kullanılmıştır.

3.1.7. Kullanılan kabak tohumunun özellikleri

Araştırmada, yüksek verim potansiyeline, güçlü bitki ve kök yapısına sahip, hızlı büyüyen ve kaliteli ürün sağlayan, uzun hasat periyodu olan “Asma F1” çeşidi kabak tohumu kullanılmıştır. Çeşit; silindirik meyve yapısına sahip olup, 16 – 18 cm pazarlanabilir meyve uzunluğu, parlak yeşil renk ve uzun raf ömrü gibi özellikler içermektedir.

3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve denklemlerin eldesinde SPSS, Tarist ve EXCEL isimli paket programları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu bölümde, toprak ve su örneklerine uygulanan analiz yöntemleri, kullanılan sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, araştırma konuları ve bitki su stres indeksinin belirlenmesinde kullanılan yöntemle ilişkin bilgiler verilmiştir.

3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Araştırma alanı topraklarının fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla 2 farklı yerde 90 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0 - 30, 30 - 60 ve 60 - 90 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerden hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı değerleri belirlenmiştir (Blake 1965, Benami ve Diskin 1965).

Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)' da verilen esaslara göre su kalite sınıfı T₁S₁ olarak saptanmıştır.

Damla sulama sistem unsurlarının boyutlandırmasında yararlanmak üzere, toprak örneği alınan profillerin hemen yanında Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen ilkelere uygun biçimde değişken seviyeli çift silindirik infiltrometre yöntemiyle infiltrasyon testleri yapılmış ve gerçek su alma hızı değerleri Criddle ve ark. (1956)' da verilen esaslara göre belirlenmiştir.

3.2.2. Deneme düzeni ve araştırma konuları

Araştırma, 5 farklı sulama düzeyi dikkate alınarak tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 3.1). Deneme konuları bloklara rasgele dağıtılmıştır (Düzgüneş, 1963; Yurtsever, 1982). Deneme parsellerinde sulama suyu uygulama aralığının belirlenmesinde, daha önce ülkemizde, kabak üzerine yürütülen araştırmalarda (Yüksel 1994, Ertek ve ark. 2006) belirlenen toplam su tüketiminin büyüme mevsimi içindeki dağılımı ve sulama aralıkları dikkate alınarak, 20 mm birikimli buharlaşma miktarı sabit tutulmaya çalışılmıştır. Uygulanan deneme konuları aşağıda açıklanmıştır.

Sulama Konuları;

I₁₂₅: A sınıfı buharlaşma kabından olan birikimli buharlaşma miktarının %125' i kadar sulama suyu uygulanan konu,

I₁₀₀: A sınıfı buharlaşma kabından olan birikimli buharlaşma miktarının %100' ü kadar sulama suyu uygulanan konu,

I₇₅: A sınıfı buharlaşma kabından olan birikimli buharlaşma miktarının %75' i kadar sulama suyu uygulanan konu,

I₅₀: A sınıfı buharlaşma kabından olan birikimli buharlaşma miktarının %50' si kadar sulama suyu uygulanan konu,

I₀: Sulama suyu uygulanmayan konu şeklinde oluşturulmuştur.

Araştırmada, göz önüne alınan A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın farklı oranları (0, 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25), buharlaşma kabının yerleştirildiği çevre koşulları, bitki katsayısı, gölgelenen alan yüzdesi vb. faktörleri kapsayacak biçimde büyüme mevsimi boyunca sabit değerde alınmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2010 ve 2011 yıllarına ilişkin sulama projesi ayrıntıları Şekil 3.2 ve 3.3' de verilmiştir. Deneme alanı 30.0 x 14.0 m boyutlarında, toplam 420 m² dir. Bir deneme parseli 4.0 x 3.0 m boyutlarında olmak üzere toplam 12.0 m² alana sahiptir ve 3 adet bitki sırasından oluşmaktadır. Her deneme parselindeki bitki sayısı 24 adettir. Bitkilerin sıra aralığı 1.00 m, sıra üzeri ise 0.50 m' dir. Tüm kenarlardaki birer bitki sırası, kenar etkisi göz önüne alınarak, hasat parseli dışında bırakılmıştır. Parsellerin düzenlenmesi sırasında bloklar ve parseller arasında 2.5 m boşluk bırakılmıştır.

3.2.3. Buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla, günlük buharlaşma miktarı, mikrometrelili ölçüm kabı kullanılarak, eksik suyun tamamlanması şeklinde, her gün saat 09.00' da ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Her hafta kap içerisindeki su boşaltılarak kap temizlenmiştir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

3.2.4. Tarım tekniği

Deneme alanı freze ve tırmıkla işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Parsellerde kabak tohumları sıra aralığı 100 cm ve sıra üzeri 50 cm olacak şekilde el ile ekilmiştir. Çıkiştan sonra bitkiler 2 - 3 yapraklı olduğunda seyreltilmiştir. Araştırma 2010 - 2011 yıllarında yürütülmüş ve ekim işlemleri yıllara göre sırasıyla 26 Nisan (DOY 116) ve 5 Mayıs (DOY 125) tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Her iki yılda da ekimden önce taban gübresi olarak dekara 5 kg N gelecek şekilde 15-15-15 kompoze gübresi verilmiştir. Deneme süresince gerektiği zamanlarda çapa işlemleri yapılmış, böylece yabancı otlar temizlenmiş ve toprak havalandırılmıştır.

Ürün hasadı, genel olarak meyveler yaklaşık 15 - 18 cm uzunluğa ulaştığında 2010 yılında 14 Haziran - 09 Ağustos tarihleri, 2011 yılında ise 20 Haziran - 13 Ağustos tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Her parselden alınan meyve örnekleri, numaralanan torbalara konularak, laboratuara getirilmiş ve fiziksel ölçümler ile kimyasal analizler için gerekli işlemler yapılmıştır. Uygulanan tarım tekniklerine ve yetiştiriciliğe ilişkin bazı görüntüler Şekil 3.4' de verilmiştir.



Şekil 3.4. Tarım tekniklerinden görüntüler

3.2.5. Sulama suyu uygulamaları

Araştırmada, kabak tohumu ekiminden sonra, sulama suyu damla sulama yöntemi ile parsellere uygulanmıştır. A sınıfı kaptan gerçekleşen birikimli buharlaşma miktarı yaklaşık 20 mm civarında olduğunda sulamalara başlanmış ve her bir deneme konusuna uygulanacak toplam sulama suyu miktarları aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber ve ark. 2004).

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

Eşitlikte;

I : Uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

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

E_p : Yıgışimli buharlaşma miktarı, mm,

P : Damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesidir (Deneme koşullarında %50 olarak belirlenmiştir).

3.2.6. Damla sulama yönteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi

Bitkinin çimlenme ve çıkış döneminin ardından parsellere, Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, her bir bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde lateraller döşenmiştir (Şekil 3.2). Sistemde, 1.0 atmosfer basınçta, 4 L h⁻¹ debiye sahip, lateral boylamasına geçik (inline) damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Papazafirov 1980).

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

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L h⁻¹,

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

Damla sulama sisteminde ıslatılan alan yüzdesi ise;

$$P = \frac{Sd}{Sl} 100 \quad (3.3)$$

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

P : ıslatılan alan yüzdesi, %,

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

S_l : Lateral aralığı, m, değerlerini göstermektedir.

Sulama uygulamalarında mm cinsinden hesaplanan net sulama suyu miktarı dikkate alınarak sulama süresi hesaplanmıştır. Su uygulama randımanı %100 olarak kabul edilmiştir. Sulama süresinin hesaplanmasında;

$$T_a = \frac{1000 * d_n}{q * N} \quad (3.4)$$

eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte;

T_a : Sulama süresi, h,

d_n : Sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

q : Bir damlatıcının debisi, $L h^{-1}$ ve

N : Bir parseldeki damlatıcı sayısı, adettir

3.2.7. Bitki su tüketiminin saptanması

Araştırmada, toprak nem içeriği gravimetrik olarak 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm' lik toprak katmanı için belirlenmiştir. Etkili kök derinliği 60 cm olarak alınmasına karşın, oluşabilecek derine sızmaları da izleyebilmek için bitki su tüketimi değerleri 90 cm toprak derinliğine göre su bütçesi yaklaşımına göre hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987, Kanber 1997). Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi, mm,

I = Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı, mm

P = Periyot boyunca düşen yağış, mm,

C_p = Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm

D_p = Derine sızma kayıpları, mm

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

ΔS = Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler, mm

değerlerini göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C_p değeri göz önüne alınmamıştır. Derine sızma kayıpları (D_p)

etkili kök derinliğinin (D=60 cm) bir alt katmandaki nem değişimleri dikkate alınarak izlenmiştir. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış (R_f) miktarı da ihmal edilmiştir.

3.2.8. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanının saptanması

Deneme konularına uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve elde edilen hasat verimlerine göre hesaplanan sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Zhang ve ark. 1999, Kanber ve ark. 2003).

$$IWUE = \frac{Y_1 - Y_0}{I} \quad (3.6)$$

$$WUE = \frac{Y_1}{ET} \quad (3.7)$$

Eşitliklerde;

IWUE : Sulama suyu kullanım randımanı, kg m^{-3}

WUE : Su kullanım randımanı, kg m^{-3}

Y_1 : Sulama suyu uygulanan konulardan elde edilen pazarlanabilir verim, t ha^{-1}

Y_0 : Sulama suyu uygulanmayan konudan elde edilen pazarlanabilir verim, t ha^{-1}

I : Mevsimlik sulama suyu miktarı, mm

ET : Mevsimlik bitki su tüketimi, mm dir.

3.2.9. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi

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

Yetiştiricilik sonrası meyveler Türk Standartlar Enstitüsünün TSE 1898 no' lu standardında (Anonim 2007) açıklanan 16 – 18 cm boy aralığına ulaştığında hasat edilmiş ve bitkiler aşağıdaki sayım, ölçüm, tartım ve hesaplamalar yapılarak değerlendirilmiştir. İlk

meyvelerin hasadından sonra sekonder sürgünler gelişmeye başlamış ve hasad edilmiştir. Hasat ve hasat sonrası analizlere ait bazı görüntüler Şekil 3.5' de verilmiştir.

1. Hasad (Primer sürgün) ağırlığı (g): Her bitkideki primer sürgünün ağırlığı (g) 0.01 g' a duyarlı terazide tartılarak tespit edilmiştir.

2. Hasad (Sekonder sürgün) ağırlığı (g): Bir bitkiden elde edilen her sekonder sürgünün ağırlığı ayrı ayrı tartılmıştır.

3. Bitki başına toplam sürgün ağırlığı (g): Bir bitkideki primer ve sekonder meyvelerin toplam ağırlığı, 0.01 g' a duyarlı terazide ayrı ayrı tartılarak gram olarak belirlenmiştir.

4. Verim ($t\ ha^{-1}$): Parsellerden elde edilen pazarlanabilir ürünlerin (primer ve sekonder sürgünlerin) ağırlıklarının toplanması ve hektara oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

Meyve boyu, meyve eni ölçümlerinde 0.1 mm taksimli kumpas ve şeritmetre kullanılmıştır.

5. Meyve boyu (cm): Meyvenin iki uç noktası arasındaki uzunluk ölçülmüştür.

6. Meyve eni (cm): Meyvenin en geniş yeri ölçülmüştür.

7. Meyve sertliği (N): Deneme konularından alınan pazarlanabilir meyvelerde sertlik miktarı Karaçalı (2004)' de verilen esaslara göre, meyvenin sap ve uç kısmından 3 cm iç ve orta kısmından el penetrometresi (FT 011, Effegi, İtalya) ile silindirik uç (8 mm) kullanılarak ölçülmüştür.

8. Yaprak alanı (cm^2): Hasad sırasında her bir hasad parselinde ortalamayı temsil eden 2' şer bitki seçilerek yaprak alan büyüklükleri, yaprak eni ve boyu yaprak alan ölçer cihazı (LI 3000A) ile ölçülmüştür. Bir bitkiden ölçülen toplam yaprak alan değeri bitkinin taç alanına oranlanarak yaprak alan indeksi (LAI) değerleri hesaplanmıştır.

9. Protein Tayini (%): Deneme konularından alınan pazarlanabilir meyvelerde Kjeldahl metodu ile ham protein miktarları belirlenmiştir (Karabulut ve Canbolat 2005).

10. Suda eriyebilir kuru madde içeriği (%): Kuru madde içeriği için hazırlanan yaş örnekte el refraktometresi ile Karaçalı (2004)' de belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

3.2.10. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin saptanması

Infrared termometre ölçümlerine 2010 yetiştirme döneminde 17 Haziran (DOY 168), 2011 yetiştirme döneminde ise 21 Haziran (DOY 172) tarihlerinde başlanmış ve sırasıyla 21 Temmuz (DOY 202) ve 28 Temmuz (DOY 209) tarihlerinde son verilmiştir.



Şekil 3.5. Hasat ve hasat sonrası analizlere ait bazı görüntüler

Ölçümlerde 3 noktalı lazer ışını ile sıcaklık ölçümleri alan, ayarlanabilir görüş açısı (FOV) özelliğine ve 8-14 μ dalga boyunda ışınları algılayan filtrelere sahip infrared termometre (IRT) (Fluke 574 Model) kullanılmış, emissivite katsayısı 0.98 olarak ayarlanmıştır.

Deneme konularına göre, IRT ölçümlerinde her bir parselde, 2 farklı bitkinin üst kısmında bulunan, tam olarak güneş gören birer yaprak dikkate alınmış ve dört yönden ölçüm yapılmıştır. Her bir parselde yapılan sekiz ölçümün ortalaması alınarak o parselle ilişkin ortalama yaprak sıcaklığı bulunmuştur. Ölçümler, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda her gün saat 11:00 – 14:00 arası günde dört kez yapılmıştır. Her bir ölçümün başında ve sonunda ıslak ve kuru termometre değerleri okunmuş ve bunlardan yararlanılarak List (1971)' de belirtilen esaslara göre buhar basıncı açığı

hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplamalarda Tekirdağ için barometrik basınç 101.25 kPa olarak alınmıştır.

Bitki su stres indeksi (CWSI)' nin belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen Idso modelinden yararlanılmıştır (Idso ve ark. 1981; Gardner ve ark. 1992). Bu amaçla, su stresine sokulmayan, toplam buharlaşmanın %100 (I_{100})' ünün uygulandığı deneme konularında alınan ölçümlerden belirlenen T_c-T_a ve VPD değerlerinin doğrusal regrasyonu ile alt baz çizgisi, hiç sulanmayan susuz konudan mevsim içinde saat 11:00 - 14:00 saatleri arasında alınan ölçümlerden yararlanılarak üst baz çizgisi elde edilmiş ve temel grafikler oluşturulmuştur. CWSI değerleri anılan grafiklerden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_U]}{[(T_c - T_a)_A - (T_c - T_a)_U]} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

T_c : Yaprak sıcaklığı, ($^{\circ}C$);

T_a : Hava sıcaklığı, ($^{\circ}C$);

$(T_c-T_a)_A$: Bitkide su stresinin olmadığı alt sınır;

$(T_c-T_a)_U$: Bitkinin tamamen stres altında olduğu üst sınır değerlerini göstermektedir.

Elde edilen değerlerin mevsim içindeki değişimleri grafiklendirilmiş ve CWSI - verim - LAI değerleri arasındaki regrasyon denklemleri oluşturulmuştur.

3.2.11. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmış, sulama suyu ve bitki su tüketimi, su stres göstergeleri (CWSI) ile anılan verim öğeleri arasındaki ilişkiler regrasyon eşitlikleri ile Yurtsever (1984)' de verilen esaslara göre değerlendirilmiştir. Varyans analizi ve LSD testleri SPSS 18.0 bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel ve verimlilik analizlerine ilişkin sonuçlar, sulama suyu kalite analizi sonuçları, uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları, deneme konularından elde edilen verim ve verim öğelerine ilişkin sonuçlar verilmiş ve bulunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

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

Çizelge 4.1' deki sonuçlara göre, 2010 ve 2011 yıllarında, araştırma alanının tüm katmanlarındaki toprak bünye sınıfı kildir. Araştırmanın ilk yılında hacim ağırlığı değerleri $1.55 - 1.60 \text{ g cm}^{-3}$ ve $0 - 60 \text{ cm}$ ' deki faydalı su tutma kapasitesi 117.04 mm , 2011 yılında ise toprağın hacim ağırlığı değerleri $1.57 - 1.61 \text{ g cm}^{-3}$ arasında değişmiş, $0 - 60 \text{ cm}$ ' deki faydalı su tutma kapasitesi 141.67 mm olarak hesaplanmıştır.

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

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değer 12 mm h^{-1} olarak saptanmıştır. Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)' da verilen esaslara göre su kalite sınıfı T_1S_1 olarak tespit edilmiştir.

4.2. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar

Denemenin yürütüldüğü 2010 ve 2011 yıllarına ilişkin ekim, gelişme periyotları, hasat tarihleri ve büyüme mevsimi uzunlukları Çizelge 4.3' de verilmiştir. Çizelgeden

izleneceği gibi bitki hasat olgunluğuna 2010 yılında 62 gün, 2011 yılında ise 59 günde ulaşmıştır. Toplam büyüme sırasıyla 104 ve 101 günde tamamlanmıştır.

Kabak bitkisinin gelişme dönemleri, Meier (2001) tarafından açıklanan 4 gelişme dönemi ile uyum göstermiştir. Anılan dönemler; çimlenme ve çıkış dönemi, vejetatif gelişme dönemi, generatif gelişme dönemi (çiçeklenme, ürün oluşumu, olgunlaşma) ve hasad dönemi şeklindedir.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim ağırlığı (gcm ⁻³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
			%	mm	%	mm		
2010	0-30	C	31.70	147.41	19.34	89.93	1.55	57.48
	30-60	C	32.33	155.18	19.92	95.62	1.60	59.56
	60-90	C	30.82	145.16	20.56	96.84	1.60	48.32
	0-60			302.59		185.55		117.04
	0-90			455.51		287.17		168.34
2011	0-30	C	32.83	154.63	17.14	80.73	1.57	73.90
	30-60	C	33.19	159.31	19.07	91.54	1.60	67.77
	60-90	C	34.78	167.99	19.53	94.32	1.61	73.67
	0-60			313.94		172.27		141.67
	0-90			481.93		266.60		215.34

Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Potasyum K ₂ O (kg da ⁻¹)	Organik Madde (%)
2010-	0-20	55	0.073	7.4	2.38	14.10	77.3	1.16
2011	20-40	57	0.080	7.4	2.86	10.95	59.2	0.89

Çizelge 4.3. Kabak bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları

Büyüme periyodu	Başlangıç tarihi	Bitiş tarihi	Periyot uzunluğu (gün)
Ekim	27 Nisan 2010 3 Mayıs 2011	-	-
Çimlenme ve çıkış	27 Nisan 2010 3 Mayıs 2011	09 Mayıs 2010 15 Mayıs 2011	12 12
Vejetatif gelişme	09 Mayıs 2010 15 Mayıs 2011	08 Haziran 2010 15 Haziran 2011	30 31
Generatif gelişme Çiçeklenme Ürün oluşumu Olgunlaşma	08 Haziran 2010 15 Haziran 2011	09 Ağustos 2010 13 Ağustos 2011	62 59
Hasat	14 Haziran 2010 20 Haziran 2011	09 Ağustos 2010 13 Ağustos 2011	104 101

4.3. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L h^{-1} olarak seçilmiş, damlatıcı debisi ve toprağın gerçek su alma hızı ($I = 12 \text{ mm h}^{-1}$) değerlerinin 3.2 no' lu eşitlikte kullanılmasıyla damlatıcı aralığı 0.50 m olarak hesaplanmıştır. Lateraller her bir bitki sırasına 1 adet olacak biçimde 1.0 m ara ile döşenmiş ve böylece ıslatılan alan yüzdesi 3.3 nolu eşitlik ile %50 olarak bulunmuştur.

4.4. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Sulama sezonu boyunca, her bir deneme konusuna ilişkin sulama tarihleri, buharlaşma değerleri ve uygulanan sulama suyu miktarları 2010 yılı için Çizelge 4.4' de, 2011 yılı için ise Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konularına her iki yılda da ekim işlemini takiben 20 mm çimlenme ve çıkış suyu uygulaması yapılmıştır. Deneme konularına, değişen gün aralıklarında, çimlenme ve çıkış suyu hariç her iki yılda 11 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları, 2010 yılında deneme konularına göre 132.0 ile 300.0 mm arasında, 2011 yılında ise 148 ile 340 mm arasında değişmiştir.

Tüm deneme konularında 2010 ve 2011 yılı yetiştiricilik dönemleri içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları, yağış ve topraktaki nem değişimi değerleri de dikkate alınarak hesaplanan mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri ise Çizelge 4.6’ da özetlenmiştir. Toplam büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2010 yılı için 222.4 mm ile 472.2 mm arasında, 2011 yılı için 300.8 mm ile 575.8 mm arasında değişmiştir.

Çizelgeden görülebileceği gibi, en yüksek sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi her iki yılda da I₁₂₅ konusunda gerçekleşmiş olup, bu sonuç I₁₂₅ sulama konusunda k_p kap oranının 1.25 olmasından dolayı daha fazla sulama suyu uygulamasından kaynaklanmaktadır. En düşük bitki su tüketimi ise mevsim boyunca sulama suyu uygulanmayan susuz konuda gerçekleşmiştir. Her iki yılda sulama sayısı ve toplam sulama suyu miktarı ile düşen yağışın yakın olması tüm konularda yıllar arasında bitki su tüketimleri arasında çok belirgin farklılıklar görülmemesine sebep olmuştur. Ancak, ikinci yıl ölçülen mevsimlik toplam bitki su tüketiminin yüksek olmasının nedeni olarak, ikinci yıl yağışlı günlerin fazla olması, buharlaşma değerlerinin daha yüksek olması ve sonuçta daha fazla sulama suyu uygulanması gösterilebilir. Bu çalışmada elde edilen 222.4 – 575.8 mm aralığına sahip toplam bitki su tüketimi değerleri ülkemizde ve dünyada yapılan daha önceki çalışmalardan elde edilen 316 – 550 mm mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile paralellik göstermektedir (Al-Omran ve ark. 2004, Ertek ve ark. 2004; Ghany ve ark. 2009, Amer ve ark. 2011).

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın % 100’ ün uygulandığı I₁₀₀ deneme konusundan ortalama olarak birinci yıl 410.6 mm, ikinci yıl ise 508.8 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür. Bu deneme konusuna göre % 50 sulama suyu kısıtı yapılan I₅₀ deneme konusunda ise birinci yıl 323.0 mm ile % 27, ikinci yıl ise 371.8 mm ile % 37 daha düşük bitki su tüketimi ölçülmüştür. Aynı şekilde, % 25 kısıt yapılarak, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 75’ inin uygulandığı I₇₅ deneme konusunda ise birinci yıl 383.4 mm ile % 8, ikinci yıl ise 445.8 mm ile % 14 daha düşük bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Diğer yandan, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 125’ inin uygulandığı I₁₂₅ deneme konusunda ise I₁₀₀ deneme konusuna göre birinci yıl 472.2 mm ile % 14, ikinci yıl ise 575.8 mm ile % 13 daha fazla bitki su tüketimi ölçülmüştür.

Toprak profilinde izlenen nem değerleri; elde edilen sonuçlara ve araştırma konularına uygulanan sulama suyu miktarlarına paralel bir eğilim göstermiştir. 2010 ve 2011 yıllarında deneme konularına ait etkili kök derinliğini kapsayan nem değerlerini içeren grafikler Şekil 4.1’ de verilmiştir.

Şekiller incelendiğinde her bir deneme konusunda tarla kapasitesi ve solma noktası aralığında bitkinin su stresine girme miktarı görülebilir. Birçok deneme konusunda toprak neminin solma noktasına yakın olmasına rağmen bitkinin fonksiyonlarını devam ettirmesi, sulama suyunun evaporasyonu karşılayacak kadar uygulanması dolayısıyla bitkinin kök sisteminin ilk 30 cm civarında gelişmesi ve ihtiyacını karşılamasına bağlanabilir. Her iki yılda da sulama uygulamalarının kesilmesinin ardından toprak nemi solma noktasının altına düşmeye başlamıştır. Günlük buharlaşma miktarlarının yağış ve mevsim sıcaklıklarına bağlı olarak mevsim başında daha düşük mevsim sonuna doğru daha yüksek düzeylerde olması, sulama aralıklarında değişkenlik yaratmıştır. Şekil 4.1’ den de izlenebileceği gibi, bazı sulama tarihlerinde uygulanan sulama suyu miktarlarının yüksek, bir başka deyişle sulama aralığının fazla olması; bu aralıktaki yağışlı günlerin sayısına ve günlük buharlaşma değerlerinin yüksek olmasına bağlanabilir.

Çizelge 4.4. Araştırma konularına 2010 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

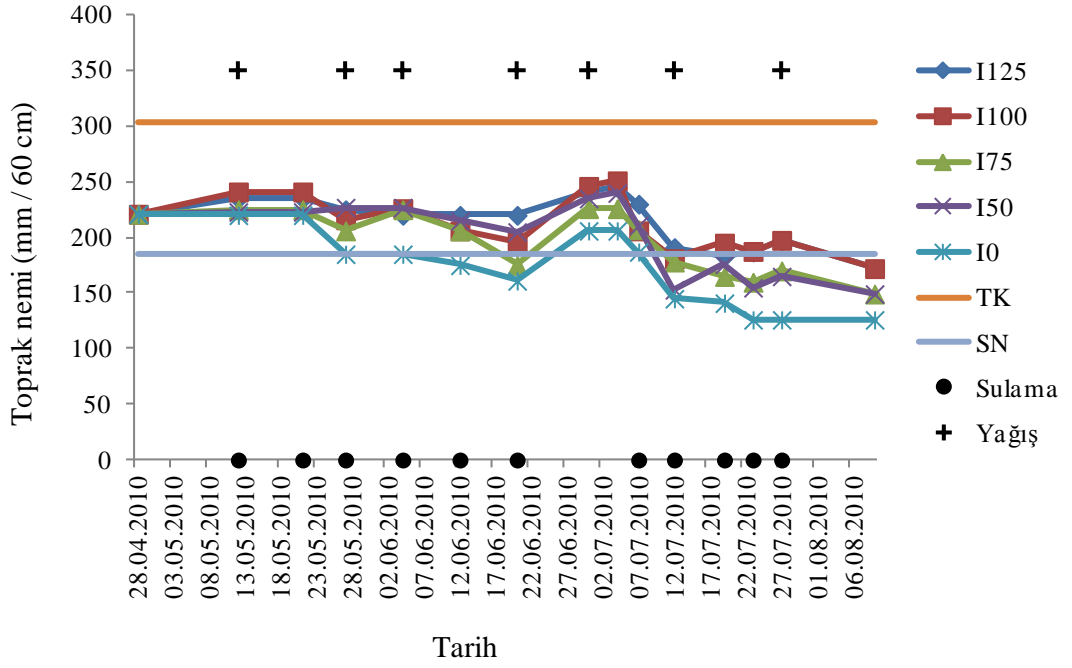
Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)			
			I ₁₂₅	I ₁₀₀	I ₇₅	I ₅₀
Can suyu	27 Nisan	-	10.00	10.00	10.00	10.00
Can suyu	5 Mayıs	-	10.00	10.00	10.00	10.00
1	13 Mayıs	11.00	13.75	11.00	8.25	6.50
2	21 Mayıs	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
3	28 Mayıs	24.00	30.00	24.00	18.00	12.00
4	4 Haziran	22.00	27.50	22.00	16.50	11.00
5	14 Haziran	26.00	32.50	26.00	19.50	13.00
6	20 Haziran	21.00	26.25	21.00	15.75	10.50
7	7 Temmuz	22.00	27.50	22.00	16.50	11.00
8	12 Temmuz	23.00	28.75	23.00	17.25	11.50
9	16 Temmuz	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
10	23 Temmuz	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
11	26 Temmuz	15.00	18.75	15.00	11.25	7.50
Toplam		Toplam	300.00	244.00	188.00	132.00

Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2011 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

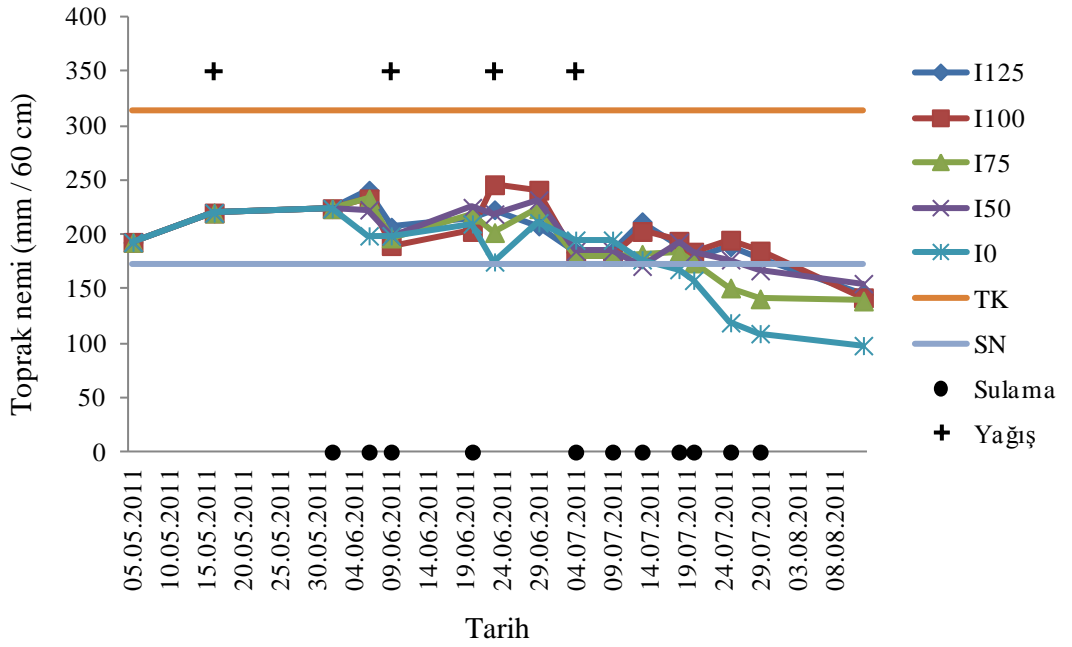
Sulama no	Tarih	Buharlaştırma (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)			
			I ₁₂₅	I ₁₀₀	I ₇₅	I ₅₀
Can suyu	5 Mayıs	-	10.00	10.00	10.00	10.00
Can suyu	15 Mayıs	-	10.00	10.00	10.00	10.00
1	30 Mayıs	22.00	27.50	22.00	16.50	11.00
2	5 Haziran	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
3	10 Haziran	24.00	30.00	24.00	18.00	12.00
4	21 Haziran	30.00	37.50	30.00	22.50	15.00
5	4 Temmuz	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
6	9 Temmuz	30.00	37.50	30.00	22.50	15.00
7	13 Temmuz	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
8	17 Temmuz	23.00	28.75	23.00	17.25	11.50
9	20 Temmuz	20.00	25.00	20.00	15.00	10.00
10	24 Temmuz	23.00	28.75	23.00	17.25	11.50
11	29 Temmuz	24.00	30.00	24.00	18.00	12.00
Toplam		256.00	340.00	276.00	212.00	148.00

Çizelge 4.6. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına göre hesaplanan mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri (mm/90 cm)

Yıl	Deneme konusu	Topraktaki nem değişimi (mm)	Yağış (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarı mm	Toplam mevsimlik bitki su tüketimi (mm/mevsim)
2010	I ₁₂₅	69.8	102.4	300.0	472.2
	I ₁₀₀	64.2		244.0	410.6
	I ₇₅	93.0		188.0	383.4
	I ₅₀	88.7		132.0	323.0
	I ₀	100.0		20.0	222.4
2011	I ₁₂₅	81.0	154.8	340.0	575.8
	I ₁₀₀	78.0		276.0	508.8
	I ₇₅	79.0		212.0	445.8
	I ₅₀	69.0		148.0	371.8
	I ₀	126.0		20.0	300.8



(a) 2010 yılı



(b) 2011 yılı

Şekil 4.1. Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri

4.5. Verim ve Verim Ögelerine İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde, hasatta ve laboratuvar koşullarında her bir deneme konusu için belirlenen toplam pazarlanabilir verim, meyve boyu, meyve eni, meyve sertliği, suda eriyebilir kuru madde içeriği, protein oranı ve yaprak alanı gibi parametrelere ilişkin elde edilen sonuçlar ve bu değerlere göre yapılan istatistiksel analizler detaylı olarak verilmiştir.

4.5.1. Toplam pazarlanabilir verim

Araştırmada dikkate alınan farklı sulama düzeyi konularından elde edilen primer ve sekonder hasat ürünlerinin toplamından oluşan pazarlanabilir verimler Çizelge 4.7' de, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.8 ve 4.9' da verilmiştir. Çizelge 4.7' den izleneceği gibi, 2010 ve 2011 yıllarında en yüksek ortalama verim buharlaşma miktarının 1.25 katı sulama suyu uygulanan I₁₂₅ konusunda sırasıyla 34.80 t ha⁻¹ ve 31.10 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir. En düşük ortalama verimlerin ise her iki yıl için sırasıyla 12.70 t ha⁻¹ ve 19.10 t ha⁻¹ olarak su uygulaması yapılmayan (susuz) konularda gerçekleştiği görülmüştür.

Ertek ve ark. (2004), ülkemiz koşullarında kabak için en yüksek pazarlanabilir verimi 44.7 t ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, kabakta uygun sulama düzeyi, yöntemi ve tarım tekniklerinin uygulanması ile pazarlanabilir verimde artışlar gözlenmiş ve bu konuda yürütülen birçok araştırmada verim değerini Al-Omran ve ark. (2004) 25.07 t ha⁻¹, Rolbiecki (2007) 30.30 t ha⁻¹, Ammer (2011) damla sulama için 45.67 t ha⁻¹, karık sulama için 43.96 t ha⁻¹, Mohammad ve ark. (2004) ise 26.00 – 38.40 t ha⁻¹ arasında açıklamışlardır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.8); 2010 ve 2011 yıllarında farklı su uygulama düzeyleri istatistiksel açıdan p<0.01 düzeyinde önemlilik göstermiştir. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçlarına (Çizelge 4.9) göre, her iki yılda da I₁₂₅ ve I₁₀₀ konuları en yüksek verimle birinci grupta, su uygulaması yapılmayan I₀ konusu ise en düşük verimle son grupta yer almıştır. 2010 yılında I₇₅ konusu geçiş grubunu, I₅₀ konusu ise ayrı bir grubu oluşturmuştur. 2011 yılında ise I₇₅ ve I₅₀ konuları geçiş grubunda yer almıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın tamamının ve %125' inin uygulandığı I₁₀₀ ve I₁₂₅ konularının en iyi verim grubunu oluşturduğu dolayısıyla kabak yetiştiriciliğinde bu miktarların yüksek verim için önerilebileceği söylenebilir. Ayrıca, damla sulama yöntemi ile sulanan kabakta farklı su düzeyi uygulamalarının pazarlanabilir verim üzerine önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.7. Deneme konularına ilişkin toplam pazarlanabilir verim değerleri (t ha⁻¹)

Deneme Konuları	2010				2011			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁₂₅	36.36	35.55	32.22	34.80	29.80	35.30	28.81	31.10
I ₁₀₀	31.96	37.03	30.34	33.10	26.93	31.54	35.18	31.20
I ₇₅	33.33	33.33	27.80	31.50	22.19	31.76	28.82	27.60
I ₅₀	22.49	27.37	24.85	24.90	26.78	20.26	22.01	23.00
I ₀	16.52	11.44	10.00	12.70	18.63	18.27	20.54	19.10

Çizelge 4.8. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	42.388	21.194	3.580ns	0,078
	Sulama Düzeyi	4	979.304	244.826	41.352**	0,000
	Hata	8	47.364	5.920		
	Genel	14	1069.057			
2011	Bloklar	2	19.242	9.621	0.680ns	0,534
	Sulama Düzeyi	4	388.106	84.526	5.973*	0,016
	Hata	8	113.210	14.151		
	Genel	14	470.558			

ns : önemsiz, ** : P<0.01 düzeyinde önemli, * : P<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin LSD testi sonuçları

Yıl	Deneme konuları	Toplam pazarlanabilir verim (t ha ⁻¹)	LSD grubu
2010	I ₁₂₅	34.80	A
	I ₁₀₀	33.10	A
	I ₇₅	31.50	AB
	I ₅₀	24.90	B
	I ₀	12.70	C
	LSD _{0.01}		6.665
2011	I ₁₂₅	31.10	A
	I ₁₀₀	31.20	A
	I ₇₅	27.60	AB
	I ₅₀	23.00	BC
	I ₀	19.10	C
	LSD _{0.05}		7.083

4.5.2. Meyve boyu

Deneme konularında 2010 ve 2011 yıllarında elde edilen ortalama meyve boyları Çizelge 4.10' da ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama meyve boyu 16.31 ile 17.97 cm, ikinci yılında ise 16.16 ile 16.83 cm arasında elde edilmiştir

Denemenin 2010 ve 2011 yılı yetiştirme dönemlerinde, toplam buharlaşmanın 1.25 katının uygulandığı (I₁₂₅) deneme konuları dikkate alındığında ortalama meyve boyu bakımından en yüksek değerler elde edilmiş, istatistiksel olarak ikinci yıl sulama düzeyleri açısından bir fark gözlenmemiştir. Ancak, ilk yıl meyve boyları arasındaki farklılık $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.12' de verilmiştir. Çizelgeye göre, I₁₂₅ ve I₇₅ konusu birinci grupta yer alırken diğer konular birlikte son grubu oluşturmuşlardır. Meyve boyları arasındaki farklılığın bulunmaması ya da çok yüksek düzeyde önemli olmaması, hasat sırasında Türk Standartları Enstitüsünün TSE 1898 no' lu standardı (Anonim 2007) ve tohum üreticilerinin Asma F1 çeşidine yönelik önerileri dikkate alınarak meyvelerin seçilmesine bağlanabilir. Ertek ve ark. (2004) tarafından ülkemiz koşullarında yürütülen araştırmada pazarlanabilir verim açısından meyve boyu ortalamaları 15.26-15.87 cm arasında değişmiştir.

4.5.3. Meyve eni

Deneme konularında 2010 ve 2011 yıllarında elde edilen ortalama meyve eni değerleri Çizelge 4.13' de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14' de verilmiştir. Çizelge 4.13' den izleneceği gibi, 2010 ve 2011 yıllarında meyve enleri sırasıyla, 4.87 – 5.67 ve 4.84 – 5.39 cm arasında değişmiştir.

Farklı su uygulamaları açısından 2009 ve 2010 yıllarında ortalama meyve enleri arasındaki farklılık $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.15' de verilmiştir. Çizelgeye göre, her iki yıldaki grup oluşumları birlikte bir uyum göstermemiştir. Grup dağılımlarının, hasat sırasında kabak eni standartlarına uyulmaması bakımından, tesadüfi olduğu düşünülmektedir.

Kabak bitkisi üzerine yürütülen daha önceki çalışmalarda meyve eni ortalamaları Amer (2011) tarafından 3.33 cm, Ertek ve ark. (2004) tarafından ise 4.09 – 4.44 cm olarak açıklanmıştır.

Çizelge 4.10. Deneme konularına ilişkin meyve boyları (cm)

Deneme Konuları	2010				2011			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁₂₅	17.90	18.02	17.98	17.97	16.84	16.95	16.72	16.83
I ₁₀₀	15.83	15.86	17.65	16.45	16.45	15.98	16.89	16.44
I ₇₅	18.01	17.59	17.79	17.79	15.81	17.19	16.96	16.44
I ₅₀	15.60	16.62	16.71	16.31	16.08	16.22	16.19	16.16
I ₀	17.14	16.44	16.12	16.57	16.54	16.01	16.62	16.39

Çizelge 4.11. Meyve boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	0.406	0.203	0.513ns	0.617
	Sulama Düzeyi	4	7.613	1.903	4.809*	0.028
	Hata	8	3.166	0.396		
	Genel	14	11.186			
2011	Bloklar	2	0.281	0.140	0.757ns	0.500
	Sulama Düzeyi	4	0.798	0.199	1.075ns	0.429
	Hata	8	1.484	0.185		
	Genel	14	2.562			

ns : önemsiz

* : P<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. Meyve boyuna ilişkin LSD testi sonuçları

Yıl	Deneme konuları	Meyve boyu (cm)	LSD grubu
2010	I ₁₂₅	17.97	A
	I ₇₅	17.80	A
	I ₁₀₀	16.45	B
	I ₅₀	16.31	B
	I ₀	16.58	B
	LSD _{0.05}		

Çizelge 4.13. Deneme konularına ilişkin meyve enleri (cm)

Deneme Konuları	2010				2011			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁₂₅	5.65	5.72	5.64	5.67	5.45	5.46	5.27	5.39
I ₁₀₀	4.95	4.88	5.25	5.03	4.73	4.87	4.91	4.84
I ₇₅	5.54	5.59	5.63	5.59	5.04	5.47	5.26	5.26
I ₅₀	4.66	5.18	4.98	4.87	4.83	4.87	4.93	4.88
I ₀	5.18	4.86	5.00	5.01	5.04	5.08	5.09	5.07

Çizelge 4.14. Meyve enine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	0.027	0.014	0.438ns	0.660
	Sulama Düzeyi	4	1.475	0.369	11.937**	0.002
	Hata	8	0.247	0.031		
	Genel	14	1.749			
2011	Bloklar	2	0.044	0.022	1.826ns	0.222
	Sulama Düzeyi	4	0.689	0.172	14.380**	0.001
	Hata	8	0.096	0.012		
	Genel	14	0.829			

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15. Meyve enine ilişkin LSD testi sonuçları

Yıl	Deneme konuları	Meyve eni (cm)	LSD grubu
2010	I ₁₂₅	5.67	A
	I ₇₅	5.59	A
	I ₁₀₀	5.03	B
	I ₅₀	4.87	B
	I ₀	5.01	B
	LSD _{0.01}		
2011	I ₁₂₅	5.39	A
	I ₇₅	5.26	AB
	I ₀	5.07	BC
	I ₁₀₀	4.84	D
	I ₅₀	4.88	D
	LSD _{0.01}		

4.5.4. Meyve sertliği

Araştırmada hasat meyvelerinde ölçülen meyve sertliği değerleri Çizelge 4.16, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’ de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında meyve sertliği değerleri 65.6 ile 79.7 N, ikinci yılında ise 75.8 ile 81.6 N, arasında elde edilmiştir. Kaygısız ve ark. (2006), Ege Üniversitesi tarım arazilerinde, kabakta kalite parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada sertlik miktarlarının 49.9 – 62.6 N arasında değiştiğini açıklamışlardır. Sonuçlar arasında izlenen bir miktar farklılık yetiştirilme koşulları ile iklim, özellikle sıcaklık farklılığına bağlanabilir. Çizelge 4.17’ deki varyans analizi sonuçlarına göre; denemenin ikinci yılında su uygulamaları arasında önemli düzeyde farklılık görülmezken, 2010 yılında %1 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur. Bu sonuca bağlı olarak gerçekleştirilen LSD testi sonuçları Çizelge 4.18’ de verilmiştir. Çizelgeye göre sulama konuları açasından meyve sertliği I₁₀₀-I₅₀, I₁₂₅ ve I₇₅-I₀ şeklinde üç grup oluşturmuştur.

Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin meyve sertlikleri (N)

Deneme Konuları	2010				2011			
	Blokler				Blokler			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁₂₅	75.1	66.8	73.6	71.8	72.5	74.0	81.2	75.9
I ₁₀₀	82.5	80.4	76.3	79.7	81.2	81.2	78.7	80.4
I ₇₅	66.0	69.1	63.3	66.1	73.7	79.2	75.0	76.0
I ₅₀	75.8	84.1	75.3	78.4	81.2	83.7	80.0	81.6
I ₀	71.4	64.8	60.6	65.6	77.5	76.2	73.7	75.8

Çizelge 4.17. Meyve sertliğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	50.764	25.382	1.524ns	0.275
	Sulama Düzeyi	4	526.776	131.694	7.907**	0.007
	Hata	8	133.236	16.665		
	Genel	14	710.776			
2011	Blokler	2	7.065	3.533	0.395ns	0.686
	Sulama Düzeyi	4	96.493	24.123	2.700ns	0.108
	Hata	8	71.425	8.934		
	Genel	2	175.033			

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

4.5.5. Suda eriyebilir kuru madde içeriği

Deneme parsellerinde 2010 ve 2011 yetiştiricilik dönemlerinde meyvede elde edilen kuru madde içerikleri Çizelge 4.19’ da verilmiştir. Konular itibariyle kuru madde içerikleri incelendiğinde; her iki yılda da en yüksek ortalama kuru madde içeriği sulama suyu uygulama oranı en düşük olan I₀ konusunda sırasıyla % 5.04 ve % 3.97 olarak, en düşük ortalama kuru madde içerikleri ise 2010 ve 2011 yıllarında sulama suyu uygulama oranları en yüksek I₁₀₀ ve I₁₂₅ konularında görülmektedir. Deneme konuları arasında meyvede elde edilen kuru madde içerikleri açısından farklılıkların önemli olup olmadığını araştırmak üzere varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.20).

Sulama suyu düzeylerinin meyvede elde edilen kuru madde içeriğine etkisi 2011 yılı için önemsiz bulunurken, 2010 yılı için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Bu sonuca bağlı olarak gerçekleştirilen LSD testi sonuçları Çizelge 4.21’ de verilmiştir. Çizelgeye göre sulama konuları açısından kuru madde içerikleri farklı gruplarda yer almıştır.

Çizelge 4.18. Meyve sertliğine ilişkin LSD testi sonuçları

Yıl	Deneme konuları	Meyve sertliği (N)	LSD grubu
2010	I ₁₀₀	79.7	A
	I ₅₀	78.4	A
	I ₁₂₅	71.8	AB
	I ₇₅	66.1	B
	I ₀	65.6	B
	LSD _{0,01}		

Çizelge 4.19. Deneme konularına ilişkin suda eriyebilir kuru madde içerikleri (%)

Deneme Konuları	2010				2011			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁₂₅	4.13	4.38	4.38	4.29	3.75	3.38	4.03	3.71
I ₁₀₀	4.13	4.00	4.25	4.13	3.63	3.70	3.60	3.64
I ₇₅	4.50	4.50	4.63	4.54	4.13	4.00	3.68	3.94
I ₅₀	4.55	4.10	4.50	4.38	3.63	4.45	3.55	3.87
I ₀	5.00	5.00	5.13	5.04	4.05	4.13	3.75	3.97

Çizelge 4.20. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	0.085	0.042	2.568ns	0.138
	Sulama Düzeyi	4	1.467	0.367	22.194**	0.000
	Hata	8	0.132	0.017		
	Genel	14	1.685			
2011	Bloklar	2	0.111	0.055	0.560ns	0.592
	Sulama Düzeyi	4	0.246	0.062	0.622ns	0.660
	Hata	8	0.791	0.099		
	Genel	14	1.148			

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.21. Suda eriyebilir kuru madde içeriğine ilişkin LSD testi sonuçları

Yıl	Deneme konuları	Kuru madde içeriği (%)	LSD grubu
2010	I ₀	5.04	A
	I ₇₅	4.54	B
	I ₅₀	4.38	BC
	I ₁₂₅	4.30	BC
	I ₁₀₀	4.13	C
	LSD _{0,01}		

4.5.6. Protein oranı

Araştırmanın 2010 ve 2011 yılı yetiştirme periyotlarında farklı su düzeylerini içeren deneme parsellerinden alınan meyvelerde yapılan analizlerde belirlenen protein miktarları Çizelge 4.22’ de verilmiştir. Elde edilen protein oranları ilk yıl % 2.31 ile % 5.38, ikinci yıl ise % 3.08 ile % 5.48 arasında değişmiştir. Deneme konularına göre ortaya çıkan farklılığın düzeyinin belirlenmesi için gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23’ de, farklılık gösteren konuların gruplandırılmasında yararlanılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.24’ de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; sulama suyu düzeylerinin elde edilen protein oranına etkisi her iki yıl için istatistiksel olarak p<0.05 ve p<0.01 düzeyinde önemli olmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak gerçekleştirilen LSD testi sonuçlarına göre, 2010 ve 2011 yıllarında su

düzeylerinin meyvedeki protein içeriklerine etkisi bakımından konular farklı grup ya da geçiş gruplarında yer almıştır. Ancak, toplam buharlaşmanın tamamının uygulandığı I₁₀₀ konusunda her iki yılda da protein oranı en yüksek, sulama suyu uygulanmayan konuda ise en düşük bulunmuştur.

Genel olarak bu sonuçlar değerlendirildiğinde sulama konularının protein oranına etkisi çok net açıklanamamakla birlikte, su miktarındaki azalmaya paralel olarak azaldığı söylenebilir.

Çizelge 4.22. Deneme konularına ilişkin protein oranları (%)

Deneme Konuları	2010				2011			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁₂₅	4.12	4.33	4.07	4.17	5.07	5.63	5.09	5.26
I ₁₀₀	5.69	4.44	5.10	5.08	5.45	5.99	5.01	5.48
I ₇₅	3.33	3.92	3.99	3.75	3.92	4.81	4.66	4.46
I ₅₀	4.57	4.21	4.19	4.32	3.83	3.60	3.99	3.81
I ₀	2.95	2.00	2.07	2.31	2.48	3.76	3.01	3.08

Çizelge 4.23. Protein oranına ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	0.319	0.160	0.912ns	0.440
	Sulama Düzeyi	4	12.295	3.074	17.578**	0.001
	Hata	8	1.399	0.175		
	Genel	14	14.013			
2011	Bloklar	2	0.959	0.479	3.541	0.079
	Sulama Düzeyi	4	12.020	3.005	22.195**	0.000
	Hata	8	1.083	0.135		
	Genel	14	14.062			

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24. Protein oranına ilişkin LSD testi sonuçları

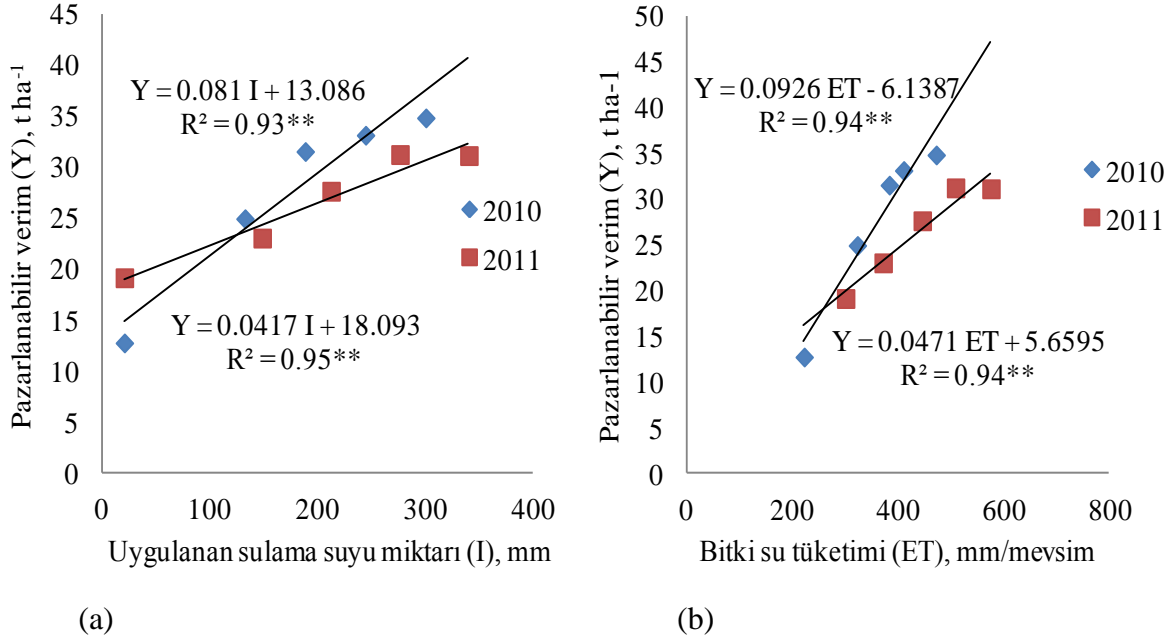
Yıl	Deneme konuları	Protein oranı (%)	LSD grubu
2010	I ₁₀₀	5.08	A
	I ₅₀	4.32	AB
	I ₁₂₅	4.17	AB
	I ₇₅	3.75	B
	I ₀	2.31	C
	LSD _{0,01}		1.146
2011	I ₁₀₀	5.48	A
	I ₁₂₅	5.26	AB
	I ₇₅	4.46	BC
	I ₅₀	3.81	CD
	I ₀	3.08	D
	LSD _{0,01}		1.008

4.6. Su – Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Sonuçlar

Toplam büyüme mevsimi boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam buharlaşma değerlerinin %125, 100, 75, 50 ve 0' ının karşılandığı deneme konularından elde edilen toplam pazarlanabilir verimler ve uygulanan toplam sulama suyu miktarlarına göre hazırlanan su – üretim fonksiyonu ilişkisi Şekil 4.2a ve her bir deneme konusundan elde edilen bitki su tüketimlerine karşı pazarlanabilir verim ilişkisi ise Şekil 4.2b' de verilmiştir. Şekillerden izleneceği gibi, 2010 ve 2011 yıllarında, kabak bitkisine toplam büyüme mevsimi boyunca uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen mevsimlik bitki su tüketimleri ile elde edilen pazarlanabilir verimler arasında istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemlilik arz eden doğrusal bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Sulama suyundaki artış ile bitki su tüketimleri ve toplam pazarlanabilir verimlerde önemli düzeyde artış olmuştur.

4.6.1. Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanları

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen toplam verimlerin, eşitlik 3.5 ve 3.6' da yerine konulması ile hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı sonuçları Çizelge 4.25' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen pazarlanabilir verim

Çizelgeden görüleceği gibi, ilk yıl en yüksek sulama suyu kullanım randımanı 10 kg m^{-3} olarak I_{75} konusundan, en düşük su kullanım randımanı 4.52 kg m^{-3} olarak I_{50} konusundan elde edilmiştir. İkinci yıl ise en yüksek (4.37 kg m^{-3}) ve en düşük (2.61 kg m^{-3}) sulama suyu kullanım randımanları sırasıyla I_{100} ve I_{50} konularından elde edilmiştir. Benzer değerlendirme su kullanım randımanı için yapıldığında, en yüksek değer 8.22 kg m^{-3} ve 6.19 kg m^{-3} olarak kaptan olan buharlaşmanın % 75' i kadar sulama suyu uygulanan I_{75} konusundan, en düşük su kullanım randımanı ise ilk yıl 7.37 kg m^{-3} ve ikinci yıl 5.40 kg m^{-3} olarak I_{125} konusunda görülmüştür. Kabak bitkisinde Ghany ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir araştırmada, WUE değerleri $3.03 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}$ ile $4.51 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}$ arasında değişirken, Mohammad ve ark. (2004) tarafından yapılan bir diğer çalışmada WUE değerleri $8.88 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}$ olarak bulunmuştur. Ülkemiz koşullarında Ertek ve ark. (2004) tarafından yürütülen araştırmada ise sulama suyu kullanım randımanları $7.4 - 9.8 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değişiklik göstermiştir.

Ayrıca 2010 ve 2011 yıllarında randıman değerleri arasındaki değişimin açıkça izlenebilmesi için, her bir deneme konusuna ait su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Şekil 4.3' de grafiklendirilmiştir. Şekilden açıkça görülebileceği gibi, IWUE ve WUE değerleri, denemenin ilk yılında ikinci yılına göre daha yüksek olmuştur. Araştırmanın ikinci yılında uygulanan sulama suyu miktarı nispeten artış, verim değerleri ise azalma gösterdiği için IWUE değerleri daha düşük bulunmuştur. WUE

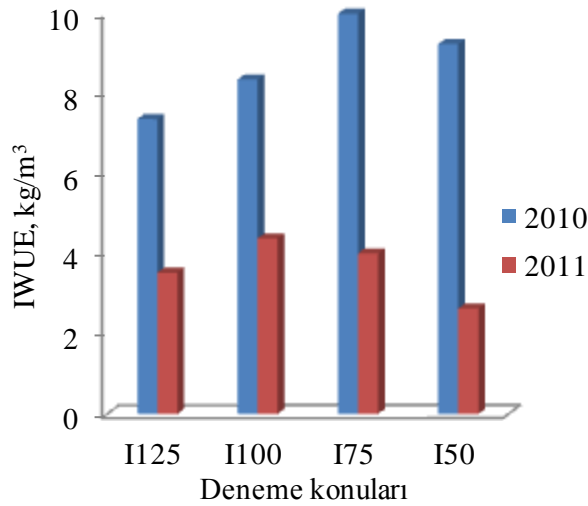
değerleri ise 2011 yılında bitki su tüketimi değerlerinin daha yüksek olması ve verimdeki azalmaya paralel olarak düşüş göstermiştir. Bu durumun, iki yıl arasındaki verim farklılıkları ile yağış farklılığı ve düzensizliğinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerlerinin konular arasındaki farklılıklarını daha anlamlı olarak değerlendirebilmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26 ve 4.28’ de verilmiştir. Deneme konularına göre istatistiksel açıdan 2010 ve 2011 yıllarında IWUE değerleri arasındaki farklılıkların düzeyi önemli olmamıştır.

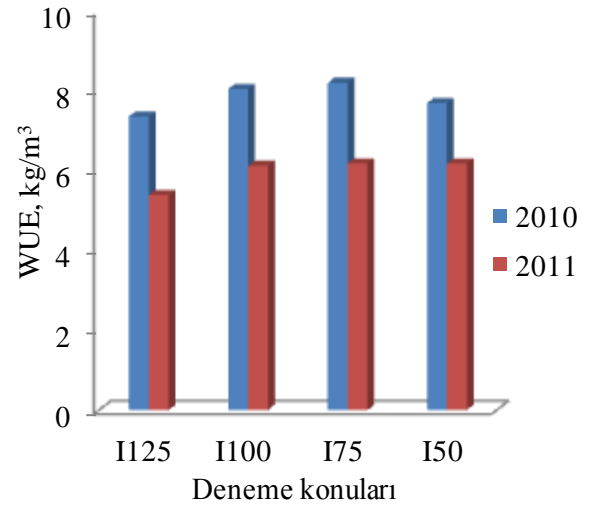
Konular arasında önemli düzeyde farklılık bulunmaması nedeniyle, IWUE ve WUE değerleri tüm konu ortalamaları dikkate alınarak hesaplanmış; ilk yıl IWUE değerleri ortalama 7.56 kg m^{-3} , ikinci yıl 3.67 kg m^{-3} bulunmuştur. WUE değerleri ise yıllara göre sırasıyla ortalama 7.84 kg m^{-3} ve 5.98 kg m^{-3} olarak değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.25. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) (kg m^{-3})

Deneme Konuları	2010 yılı		2011 yılı	
	IWUE	WUE	IWUE	WUE
I ₁₂₅	7.37	7.37	3.53	5.40
I ₁₀₀	8.36	8.06	4.38	6.13
I ₇₅	10.0	8.22	4.01	6.19
I ₅₀	4,52	7.71	2.64	6.18



(a)



(b)

Şekil 4.3 Farklı su uygulama düzeylerinde elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (a) ve su kullanım randımanı (b) değerleri

Çizelge 4.26. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	28.325	14.163	4.238	0.071
	Sulama Düzeyi	3	11.881	3.960	1.185	0.392
	Hata	6	20.053	3.342		
	Genel	11	60.259			
2011	Bloklar	2	3.408	1.704	0.385	0.696
	Sulama Düzeyi	3	5.141	1.714	0.387	0.767
	Hata	6	26.558	4.426		
	Genel	11	35.107			

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.27. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
2010	Tekerrür	2	2.614	1.307	4.373ns	0.066
	Sulama Düzeyi	3	1.333	0.444	1.487ns	0.300
	Hata	6	1.793	0.299		
	Genel	11	5.738			
2011	Bloklar	2	0.672	0.336	0.372ns	0.702
	Sulama Düzeyi	3	1.213	0.404	0.447ns	0.727
	Hata	6	5.425	0.904		
	Genel	11	7.324			

ns : önemsiz

** : P<0.01 düzeyinde önemli

4.7. Bitkiye Dayalı Ölçüm Sonuçları

4.7.1. Bitki su stres indeksi (CWSI)

Araştırmada, bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin hesaplanması için gerekli alt ve üst baz denklemlerinin eldesinde yeterli koşullarda sulandığı varsayılan ve A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %125' inin uygulandığı, I₁₂₅ konusu ile sulama suyu uygulanmayan I₀ konusu dikkate alınmıştır.

Damla sulama yöntemi ile sulanan kabak bitkisi için maksimum ve minimum su stres koşullarında elde edilen üst ve alt sınır değerlerini gösteren temel grafikler 2010 ve 2011 yıllarına ait her bir yetiştirme periyodu için Şekil 4.4' de verilmiştir.

Şekillerden izlenebileceği gibi kabak bitkisi için Tekirdağ koşullarında üst baz değeri 2010 ve 2011 yıllarına ait grafiklerde 3.52 °C civarlarında değişmiş olup, stres düzeyinin en düşük olduğu düşünülen yani en fazla sulama suyu uygulanan I₁₂₅ konusunda alt baz denklemleri sırasıyla “ $T_c - T_a = -3.4505 \text{ VPD} + 4.2797$ ” ve “ $T_c - T_a = -1.1876 \text{ VPD} + 3.7234$ ” olarak elde edilmiştir. Denklemleri ifade eden belirtme katsayılarının (R^2), $p < 0.01$ düzeyinde önemli olması ve standart sapmasının küçük olması doğrunun noktaları yüksek doğruluk düzeyi ile ifade ettiğini göstermektedir.

Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da, her bir konudan alınan infrared termometre ölçümlerinden ve alt-üst baz değerlerinden yararlanılarak elde edilen CWSI değerlerinin değişimi I₁₂₅ deneme konusunun altında kısıt yaratılarak oluşturulan konular (I₁₀₀, I₇₅, I₅₀, I₀) ile birlikte grafiklendirilerek, Şekil 4.5 ve 4.6' da verilmiştir. İnfrared termometre (IRT) ölçümleri havanın bulutlu ve yağışlı olması durumunda yapılamamıştır. Bu nedenle, her iki yılda da ölçümlerin net yapılabildiği yağışsız günler dikkate alınmıştır.

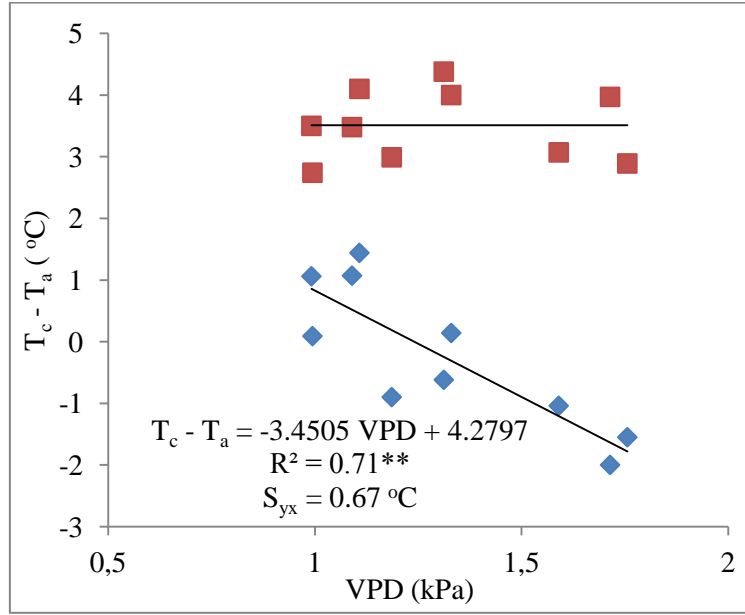
CWSI değerlerindeki değişim toprak nem değişimi ile paralellik göstermiştir. Şekil 4.1' de yer alan sulama ve yetiştirme dönemi boyunca konulara göre değişen nem değerleri incelendiğinde, toprak neminin arttığı sulama sonrası ve yağışlı günlerde bitki su stres indeksi değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. CWSI değerleri genellikle su stresinin çok fazla yaşanmadığı I₁₂₅ ve I₁₀₀ konularında en düşük, susuz deneme konusunda ise en yüksek olmuştur. Konulara ilişkin mevsimlik ortalama CWSI ile sulama öncesindeki ortalama CWSI değerleri Çizelge 4.29' da verilmiştir.

Idso ve ark. (1981) ve Gardner ve Shock (1989) gibi çok sayıda yayında belirtildiği gibi teorik olarak bitki su stres indeksi değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Alderfasi ve

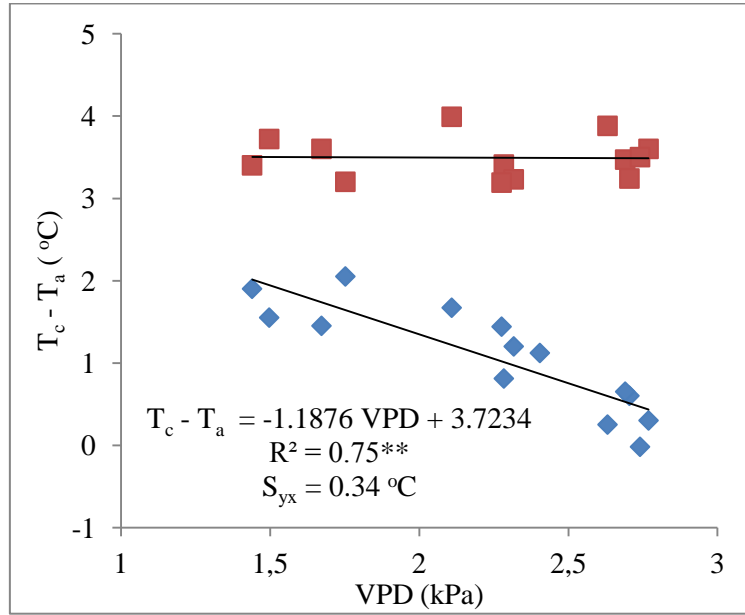
Nielsen (2001)' de açıklandığı üzere, uygulamada bu aralığın dışına çıkabilen çok sayıda değer elde edilebilmektedir ve bunun sebebi ölçümler ya da hesaplamalar sırasında yapılabilecek hatalara bağlanabilmektedir. Çizelgede yer alan ortalamaların eldesinde 0 – 1 arasında yer alan CWSI değerleri dikkate alınmıştır. Çizelgeden görülebileceği gibi, tüm ölçüm sezonu boyunca ortalama CWSI değerleri 2010 yılı için I_{125} konusunda 0.21, I_{100} konusunda 0.27, I_{75} konusunda 0.42 ve I_{50} konusunda 0.60 olarak bulunmuştur. Sulanan deneme konularında CWSI değerleri, toprak neminin en düşük değere ulaştığı sulama öncesinde, en yüksek değere ulaşmış, sulamanın ertesi günü ise en düşük değere düşmüştür.

Çizelge 4.29' dan açıkça görülebileceği gibi, denemenin ilk yılında su stresine girmediği varsayılan I_{125} ve I_{100} konularında sulama öncesindeki CWSI değeri 0.30 ve 0.38, ikinci yılında ise her iki konuda 0.38 olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, özellikle sulama uygulamalarının 4-5 gün sulama aralığında toplam buharlaşma değerlerinden yararlanılarak yapılmasının, bitkinin tam olarak strese girmesine izin vermediği, dolayısıyla CWSI değerlerinin genellikle düşük seyrettiği söylenebilir. Ancak, az da olsa konular arasında ortalama CWSI değerlerindeki değişim, su kısıdından doğan farklılığı açıkça ortaya çıkarmaktadır. Hiç sulama yapılmayan susuz konuda elde edilen 0.77 ve 0.91 ortalama CWSI değerleri stres düzeyini net olarak göstermektedir. Anılan değerlere paralellik sağlayacak dünyada ve ülkemiz koşullarında kabakta yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, sebzelerde yürütülmüş az sayıda çalışmada CWSI değerlerinin sık sulama uygulamaları ve sığ kök derinliği gibi nedenlerden dolayı düşük seyrettiği söylenebilir (Erdem ve ark. 2010).

Araştırmanın yürütüldüğü 2010 ve 2011 yıllarına ait verim ve CWSI değerleri arasındaki ilişkileri gösteren grafik Şekil 4.7' de verilmiştir. Elde edilen ilişkilerin istatistiki açıdan $p < 0.05$ düzeyinde güvenilir olması, standart hata değerlerinin düşük olması bakımından bu denklemlerden yararlanılarak Tekirdağ koşulları için kabakta verim tahmini yapmak olası olabilir ve bu amaçla 2010 ve 2011 yıllarında elde edilen “ $Y = -37.12 \text{ CWSI} + 44.475$ ” ve “ $Y = -18.338 \text{ CWSI} + 34.726$ ” denklemleri kullanılabilir.

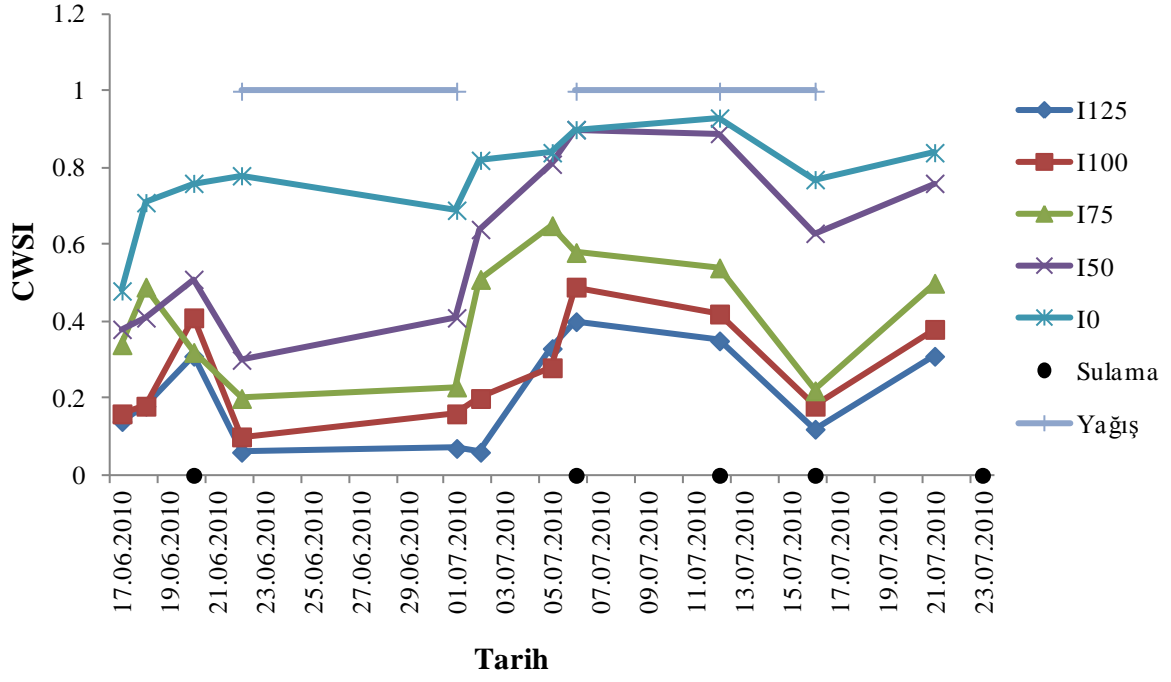


a) 2010 yılı

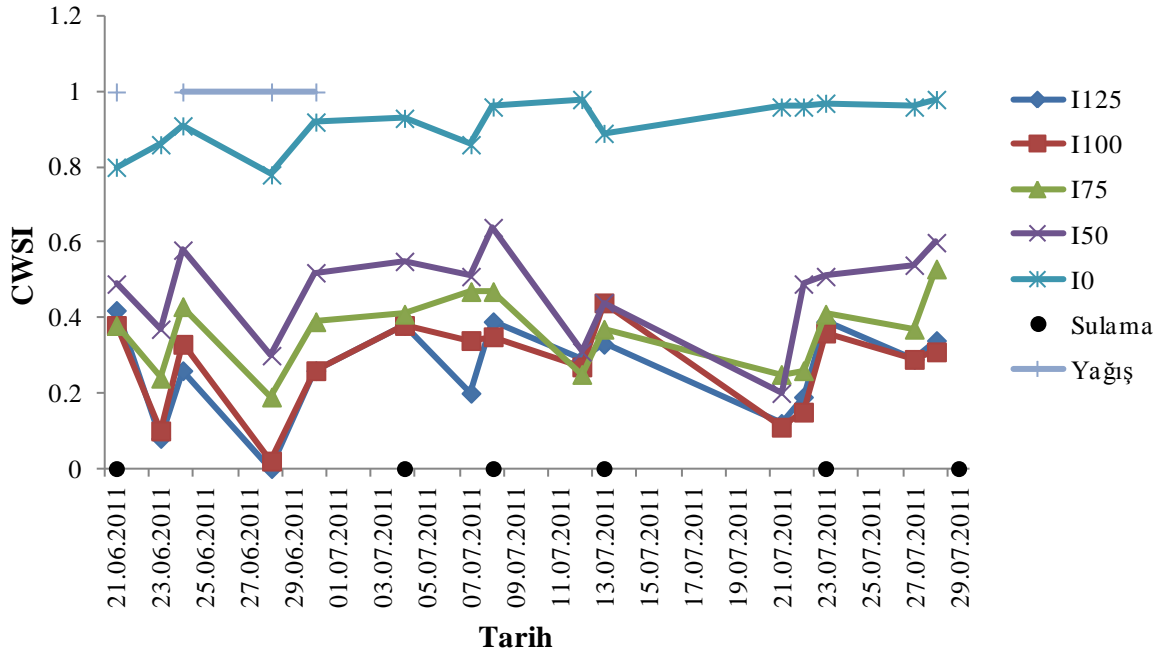


b) 2011 yılı

Şekil 4.4. Kabak bitkisi için maksimum ve minimum stres koşullarında yaprak – hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki



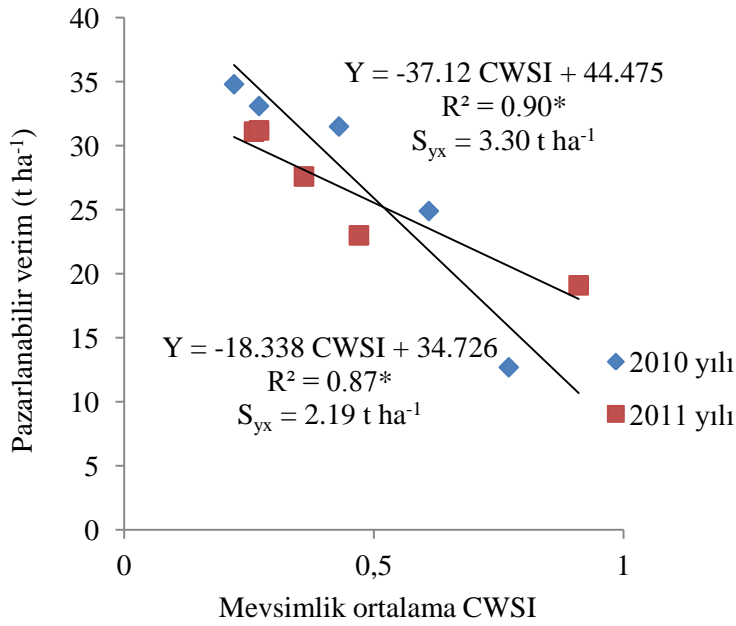
Şekil 4.5. Deneme konularına ilişkin CWSI değişimleri (2010 yılı)



Şekil 4.6. Deneme konularına ilişkin CWSI değişimleri (2011 yılı)

Çizelge 4.28. Mevsimlik ortalama CWSI ve sulama öncesi ortalama CWSI değerleri

Yıl	Deneme konusu	Ortalama CWSI	Sulama öncesi ortalama CWSI
2010	I_{125}	0.21	0.30
	I_{100}	0.27	0.38
	I_{75}	0.42	0.42
	I_{50}	0.60	0.73
	I_0	0.77	-
2011	I_{125}	0.26	0.38
	I_{100}	0.27	0.38
	I_{75}	0.36	0.41
	I_{50}	0.47	0.53
	I_0	0.91	-



Şekil 4.7. Kabak bitkisi için CWSI – verim ilişkisi

4.7.2. Yaprak alan indeksi (LAI)

Deneme konularına ilişkin hesaplanan yaprak alan indeksi değerleri Çizelge 4.30’ da verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi, yaprak alan indeksi değerleri 2010 ve 2011 yıllarında genel olarak sulama oranlarındaki artış ile yükselmiştir. Yaprak alan indeksi değerleri ilk yıl 0.81 – 1.56, ikinci yıl ise 0.68 – 1.66 arasında değişmiştir. Bazı araştırmacılar

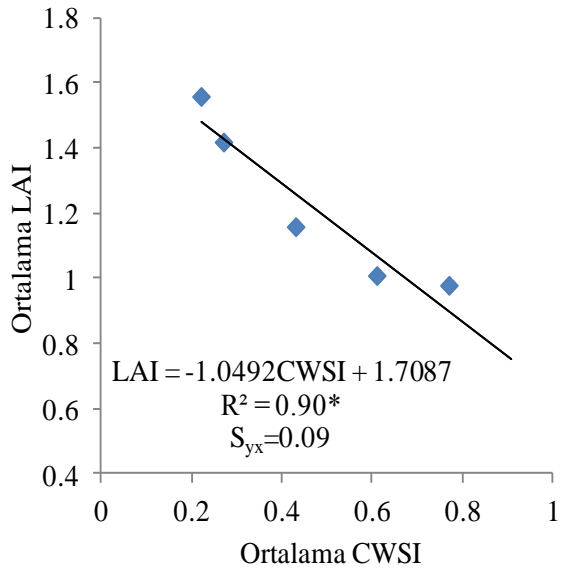
özellikle sebzelerde yaprak alan indeksi değerlerinin toprak ve hava sıcaklığı, gübre ve sulama uygulamalarının değişimine bağlı olarak farklılık gösterebileceğini açıklamışlardır (Olesen ve Grevsen 1999; Wagen ve ark. 2004, Erdem 2010, Amer 2011). CWSI ile yaprak alan indeksi arasındaki ilişkinin açıklanabilmesi amacıyla her iki yıla ait I_{125} , I_{100} , I_{75} , I_{50} ve susuz konuda elde edilen mevsimlik ortalama CWSI değerleri ile ortalama LAI değerleri Şekil 4.8’ de grafiklendirilmiştir. Elde edilen grafikler incelendiğinde, CWSI değerlerindeki artış ile yaprak alan indeksi değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. Bu sonuç, kök bölgesindeki toprak neminin azalmasıyla stomaların kapanması, transpirasyonun azalması ve yaprak yüzey sıcaklığının artması sonucunda verim değerlerindeki düşüşe paralel olarak yaprak alan indekslerinin azaldığı biçiminde yorumlanabilir.

Deneme konularından elde edilen yaprak alan indeksi değerlerinin (LAI) zamana bağlı olarak mevsim içinde arttığı ancak hasat döneminde azalma gösterdiği görülmektedir. Yaprak alan indeksi değerleri kısıntılı sulama uygulanan konularda da her iki yılda daha düşük olmuştur. Dolayısıyla uygulanan suya paralel olarak yaprak gelişiminin daha hızlı olduğunu söyleyebiliriz. Ancak hasat dönemine yaklaşıldıkça fizyolojik olgunluğa bağlı olarak LAI değerleri de azalmıştır. Çizelgeden izlenebileceği gibi, ilk yıl yaprak alan indeksi değerleri, sulama programlarına bağlı olarak ekimden 87 gün sonra, generatif gelişme periyoduna denk gelen son sulama öncesinde 0.98 – 1.56 arasında değişerek en yüksek değerlere ulaşmıştır. Susuz konuda ise ekimden 100 gün sonra 0.81 olmuştur. İkinci yıl ise ekimden 85 gün sonra son iki sulama aralığında 0.84 – 1.62 arasında değişerek en yüksek değerlere ulaşmış, susuz konuda ise ekimden 97 gün sonra 0.68 olmuştur. Amer (2011)’ de belirtildiği üzere kabakta LAI değerleri 2.15 – 3.58 arasında değişiklik göstermiştir. Yaprak alan indeksi değerleri ile literatür arasındaki farklılık iklim değişiklikleri ile su uygulamaları arasındaki farklılığa bağlanabilir.

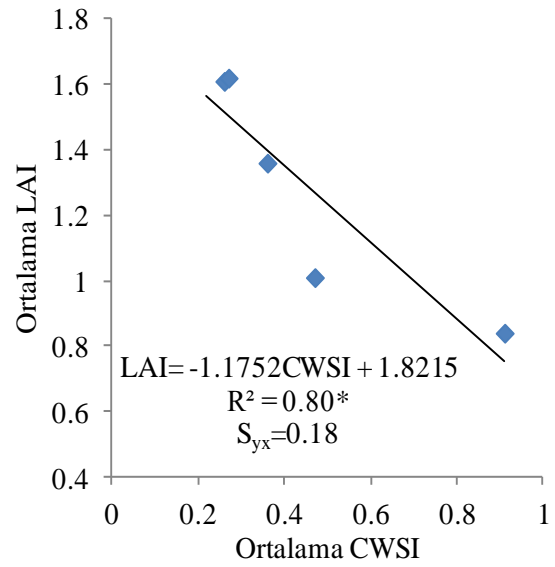
Köksal (1995)’ in bildirdiğine göre, Gardner ve ark. (1985) LAI değerinin bitki yoğunluğu ve iklimin bir fonksiyonu olduğunu, Howell ve ark. (1995) ise LAI değerinin su kısıntısına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini açıklamışlardır.

Çizelge 4.29. Deneme konularında elde edilen yaprak alan indeksi değerleri

Deneme konusu	2010		2011		
	21.07.2010	03.08.2010	19.07.2011	28.07.2011	09.08.2011
I ₁₂₅	1.56	1.21	1.61	1.61	1.51
I ₁₀₀	1.42	1.03	1.48	1.62	1.66
I ₇₅	1.16	0.93	1.17	1.36	0.98
I ₅₀	1.01	0.97	0.90	1.01	0.81
I ₀	0.98	0.81	0.72	0.84	0.68



a) 2010 yılı



b) 2011 yılı

Şekil 4.8. Mevsimlik ortalama CWSI ile ortalama LAI arasındaki ilişki

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu miktarları altında yetiştirilen kabağın sulama zamanı planlaması, bitki stres seviyesinin belirlenmesi ve üretime olan etkilerinin açıklanması amacıyla yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır. Verim ile uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler sulama suyu kullanım randımanı ve su uygulama randımanı kavramları ile incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilere göre, Tekirdağ koşullarında kabak bitkisinin yetiştirme dönemleri içinde damla sulama yöntemi ile uygulanan sulama suyu miktarları 2010 yılında 132.0 – 300.0 mm, 2011 yılında 148.0 – 340.0 mm arasında değişirken, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla, 222.4 – 472.2 mm ve 300.8 – 575.8 mm arasında ölçülmüştür.

Sulama suyu ve su kullanım randımanları, sulama seviyelerine göre değişiklik göstermiştir. Ancak istatistiksel açıdan konular arasındaki farklılıkların düzeyi önemli olmamıştır. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, IWUE ve WUE değerleri ilk yıl toplam buharlaşmanın %75 nin uygulandığı I₇₅ konusunda, ikinci yıl ise I₁₀₀ ve I₇₅ konularında en yüksek olmuştur. IWUE değerleri yıllara göre 7.56 ve 3.67 kg m⁻³; WUE değerleri ise 7.84 ve 5.98 kg m⁻³ arasında değişiklik göstermiştir.

Araştırma konularından elde edilen 2010 ve 2011 yıllarına ilişkin ortalama pazarlanabilir verim değerleri varyans analizleri ile karşılaştırılmıştır. Araştırmanın her iki yılında da sulama programlarının verim üzerine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken, pazarlanabilir verim ortalamaları ile gerçekleştirilen LSD sonuçlarına göre toplam buharlaşmanın 1.25 ve 1.00 katı kadar sulama suyu uygulanan I₁₂₅ ve I₁₀₀ konuları en yüksek olarak ilk grupta yer almıştır. İlk yıl I₁₂₅ ve I₁₀₀ konularından sırasıyla 34.80 t ha⁻¹ ve 33.10 t ha⁻¹, ikinci yıl ise 31.10 t ha⁻¹ ile 31.20 t ha⁻¹ verim alınmıştır. Sulama koşullarında elde edilen verim değerlerinin, yıllara göre yağış miktarlarının nispeten fazla olmasına rağmen, susuz konuda elde edilen değerlerden oldukça yüksek olması kabak yetiştiriciliğinde sulamanın önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Deneme konuları arasında kalite unsurları açısından; meyve sertliği, boyu, çapı ve yaprak alanı gibi fiziksel parametreler ile suda eriyebilir kuru madde ve protein miktarı değerleri incelenmiştir. Bu değerler için yapılan istatistiksel analizlerde farklı sonuçlar elde edilmiş ve benzer çalışmalar ile paralellik sağlanmıştır.

Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, verim ve kalite parametreleri açısından ön plana çıkan I₁₂₅ ve I₁₀₀ konularının verim açısından LSD gruplamasına göre aynı grupta yer

almaları, su uygulama ve su kullanım randımanlarının istatistiksel açıdan genel olarak çok farklılık göstermemesi bakımından önerilebileceğini göstermiştir. Ancak, daha az sulama suyu uygulaması bakımından toplam buharlaşmanın tamamının uygulandığı I₁₀₀ konusu ile daha ekonomik verim elde etmek mümkündür.

Kabak yetiştiriciliğinde sulama zamanı planlamasının bitkiye dayalı olarak gerçekleştirildiğinde elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde, infrared termometre tekniği ile ölçülen bitki yaprak sıcaklığından yararlanılarak belirlenen bitki su stresi indeksinin (CWSI), kabağın bitki su stresinin değerlendirilmesi için kullanılabileceği söylenebilir.

Çalışmada, bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerinin belirlenmesi için gerekli olan üst baz çizgisi 3.52 alt baz denklemi ise A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %125' inin karşılandığı konuda 2010 yılında " $T_c - T_a = -3.4505 \text{ VPD} + 4.2797$ " ve 2011 yılında " $T_c - T_a = -1.1876 \text{ VPD} + 3.7234$ " olarak elde edilmiştir.

Ayrıca 5 farklı sulama konusunun verim ve sayısal yaklaşım ile hesaplanan bitki su stresi indeksi değerlerine etkisi araştırılmıştır. CWSI değerlerinin değişimi, toprak nem eksikliğindeki değişimle benzer eğilim göstermiştir. Topraktaki nem eksikliği arttıkça CWSI değerlerinde artış görülmüştür. Önerilen araştırma konusu dikkate alındığında ve her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, Tekirdağ koşullarında kabak sulamasında CWSI değeri 0.38' e ulaştığında sulamaya başlanmasının yüksek verim ve kaliteli ürün açısından daha uygun olacağı açıklanabilir. Ancak elde edilen bu değerlerin daha sonra yapılacak çalışmalar ile mutlaka alternatifleri ile birlikte desteklenmesi gerekmektedir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek, istatistiksel açıdan %1 önemlilik düzeyine sahip, " $Y = -37.12 \text{ CWSI} + 44.475$ " ve " $Y = -18.338 \text{ CWSI} + 34.726$ " doğrusal eşitlikleri elde edilmiştir. Sonuçta, bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının planlanmasında ve kabağın verim tahmininde yararlanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, bitkiye ve toprağa dayalı ölçümlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, sulama zamanının planlanmasında paralel sonuç verdikleri söylenebilir.

Tüm bulgular değerlendirildiğinde, kısıtlı su kaynağı koşullarında pazarlanabilir verim açısından istatistiksel olarak I₁₂₅ ve I₁₀₀ konularından sonra geçiş grubunda yer alan, stres düzeyi bakımından orta düzeyde bulunan I₇₅ konusu tercih edilebilir. Ancak bu sonucun ekonomik analiz yapılarak desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, farklı su tasarrufu düzeyleri ile bitki stres düzeyine bağlı olarak yapılacak çalışmalar dikkate alınarak farklı sulama zamanı planları geliştirilebilir.

Tez çalışması sonucunda, ülkemizde ve dünyada yazlık kabak ile ilgili çok az sayıda yer alan literatüre, kabağın su-üretim fonksiyonları ve sulama programlamasına destek

sağlayacak bilimsel veriler elde edilmiştir. Özellikle, bitki su stresine bağlı planlamalarda bu çalışmada elde edilen alt baz ve üst baz denklemleri bu konuda yürütülecek birçok çalışmaya dayanak oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2007, Türk Standartları Enstitüsü Standardı, TS 1898.
- Anonim 2010a. (<http://faostat.fao.org/faostat>).
- Anonim.2010b.(<http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi>)
- Anonim 2011. Maryland Cooperative Extension (<http://extension.umd.edu/>)
- Alderfasi AA, Nielsen DC (2001). Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. *Agric. Water Manag.* 47: 69-75.
- Al-Omran AM, Mohammad FS, Al-Ghabari HM, Alazba AA (2004). Determination of evapotranspiration of tomato and squash using lysimeters in central Saudi Arabia. *International Agricultural Engineering Journal.* 13(1&2): 27-36
- Al- Omran AM, Sheta AS, Falatah AM, AL-Harbi AR (2005). Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita Pepo*) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agric. Wat. Manage.* 73: 43-55.
- Amami H, Zairi A, Pereira LS, Machado T, Slatni A and Rodrigues P, (2001) Deficit Irrigations of Cereals and Horticultural Crops: Economic Analysis. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development.* Manuscript LW 00 007b. Vol.III
- Amer KH (2011). Effect of irrigation method and quantity on squash yield and quality. *Agric. Wat. Manage.* 98: 1197-1206.
- Andrieu B, Allirand JM, Jaggard K (1997). Ground cover and leaf area index of Maize and Sugar beet crops. *Agriculture and Environment* 17: 315-321
- Asrar G, Kanemasu ET, Yoshida M (2003). Estimates of Leaf Area Index from Spectral Reflectance of Wheat Under Different Cultural Practices and Solar Angle. *Remote Sens. of Environ.* 17(1): 1-11.
- Ayan B (1994). Uzaktan Algılama Tekniklerinin Bitki Su Tüketimi ve Toprak Nem Düzeyi Tahminlerinde Kullanılması. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Seminer Notları, Ankara.
- Ayyıldız M (1983). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 879, Ankara.
- Ben-asher J, Tsuyuki I, Bravdo BA, Sagih M (2006). Irrigation of Grapevines with Saline Water: I Leaf Area Index, Stomatal Conductance, Transpiration and Photosynthesis. *Agric. Water Manage.* 83: 13–21.
- Benami A, Diskin MH (1965). Design of Sprinkling Irrigation, Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering, Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1 - 165, Haifa, Israel.
- Bhattarai SP, Pendergast L, Midmore DJ (2006). Root aeration improves yield and water use efficiency of tomato in heavy clay and saline soils. *Scientia Horticulturae.* 108: 278-288
- Bhattarai SP, Midmore DJ, Pendergast L (2008).Yield, water-use efficiencies and root distribution of soybean, chickpea and pumpkin under different subsurface drip irrigation depths and oxygenation treatments in vertisols. *Irrig Sci.* 26: 439-450.
- Biswas SK, Sarker PK, Mazharul Islam AKM, Bhuiyan MA, Kundu BC (2003). Effect of irrigation on onion production. *Pakistan J. of Biological Sciences,* 6(20): 1725 -1728.

- Blake GR (1965). Bulk density methods of soil analysis. Part I. Am. Soc. Agron. 9: 374-390. Soil Science Society of America, Madison.
- Clark RN, Hlier EA (1973). Plant Measurements as Indicators of Crop Water Deficit, Crop Sci. 13, 466-469.
- Calle JL, Manges HL, Barnes P (1990). Scheduling irrigation of corn with infrared thermometry. St. Joseph, MI: ASAE Paper 90-2004.
- Cohen S, Strien MJ, Bruner M, Klein I (2000). Grapevine Leaf Area Index Evaluation by GAP Fraction Inversion. Acta Hort. 537: 87-94.
- Colaizzi PD, Barnes EM, Clarke TR, Choi CY, Waller PM (2003). Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. J. of Irrig. and Drain. 129: 27-35
- Criddle WD, Davis S, Pair CH, Shockley DG (1956). Methods for Evaluation of Irrigation Systems. USDA Agric. Handbook, 82 pp, Washington D.C.
- Dağdelen N, Gürbüz T, Erdem Y, Sezgin F, Yılmaz E, Akçay S, Yeşilirmak E (2008). Determination of crop water stress index (CWSI) of second crop corn in semiarid climate. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. 805-814, Turkey
- Dente L, Satalino G, Mattia F, Rinaldi M (2008). Assimilation of leaf area index derived from ASAR and MERIS data into CERES – Wheat model to map wheat yield. Remote sensing of environment. 112: 1395-1407.
- Delibaş L (1994). Sulama. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi yayımları No.213, Ders Kitabı No. 24, Tekirdağ.
- Doğan E, Kırmak H, Berekatoğlu K, Bilgel, L, Surucu A (2008). Water stress imposed on muskmelon (*Cucumis Melo* L.) with subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic conditions. Irrig. Sci. 26:131-138.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 33, Rome, Italy.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977). Crop Water Requirements. Rome: FAO, 179 p. Irrigation and Drainage Paper, 24.
- Düzgüneş O (1963). İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Matbaası, 364s, İzmir
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodları-II), Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1021, Ankara
- Eliades G (1988). Irrigation of Greenhouse-Grown Cucumbers, J. Hortic. Sci. 63(2), 235–239.
- El- Gindy AGM, Elbanna E, El-adl MA, Metwally MF (2009). Effect of fertilization and irrigation water levels on summer squash yield under drip irrigation Misr. J. Ag. Eng. 26(1): 94-106.
- Erdem Y, Erdem T, Orta A, Okursoy H (2006a). Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science, 56(3): 206-216.
- Erdem Y, Şehirli S, Erdem T, Kenar D (2006b). Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), J of Agric. And Forestry 30: 195-202.

- Erdem Y, Arin L, Erdem T, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültaş HT (2010). Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brasica oleracea* L. Var. *Italica*). *Agric. Wat. Manage.* 98: 148-156.
- Ertek A, Şensoy S, Küçükümük C, Gedik I (2004). Irrigation frequency and amount effect yield component of summer squash (*Cucurbitapepo* L.). *Agric. Wat. Manage.* 67: 63-76.
- Espana M, Baret F, Chelle M, Aries F (1998). Andrieu, B. A dynamic model of maize 3D architecture: application to parameterisation of the clumpiness of the canopy. *Agronomie.* 18: 609–626.
- Fiscus EL, Anmm A, Hirasawa T (1991). Fractional integrated stomatal opening to control water-stress in the field. *Crop Science*, 31(4): 1001–1008.
- Ferreria TC , Carr MKV (2002). Response of Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to Irrigation and Nitrogen in a Hot, Dry Climate. I. Water use. *Field Drops Research*, 78, 51-64.
- Gallo KP, Daughtry CST (1986). Techniques for Measuring Intercepted and Absorbed Photosynthetically Active Radiation in Corn Canopies. *Agron. J.*, 78: 752–756.
- Gardner FP, Pierce RB, Mitchell RL (1985). *Physiology of Crop Plants*. Iowa State Univ. Press, 327pp.
- Gardner BR, Shock CC (1989). Interpreting the Crop Water Stress Index. ASAE, Paper no. 89-2642.
- Gardner BR, Nielsen DC, Shock CC (1992a). Infrared Thermometry and the Crop Water Stress Index. I. History, theory, and baselines, *J. Prod. Agric.* 5: 462–466.
- Gardner BR, Nielsen DC, Shock CC (1992b). Infrared thermometer and the crop water stress index, II. sampling procedures and interpretation. *Journal of Production Agric.*, 5(4): 466-475.
- Gençel B (2009). İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stresi İndeksini (CWSI) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi. Doktora Tezi, Çukuroava Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü 91s. Adana
- Gençoğlan C, Yazar A (1999). Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Gençoğlan C, Altunbey H, Gençoğlan S (2006). Response of green bean (*P. vulgaris* L.) to subsurface drip irrigation and partial rootzone-drying irrigation. *Agric. Water. Manag.*, 84: 274-280.
- Giorio P, Sorrentino G, d'Andria R (1999). Stomatal behaviour, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit environ. *Exp. Bot.* 42: 95 - 104.
- Gontia NK, Tiwari KN (2008). Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. *Agric. Water. Manage.* 95: 1144-1152.
- Gonza'lez-Dugo M, Moran MS, Mateos L, Bryant R (2005). Canopy temperature variability as an indicator of crop water stress severity. *J. Irrig. Sci.* 24: 233-240.
- Gutezeit B, (2004). Yield and Nitrogen Balance of Broccoli at Different soil Moisture Levels, *Irrig. Sci.*, 23: 21-27

- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- Hanson BR, May DM, Schwankl LJ (2003). Effect of irrigation frequency on subsurface drip irrigated vegetables. *Hortteknoloji*. 13(1): 115-120.
- Hanson B and May D (2004). Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity and profitability. *Agric. Wat. Manage.* (68; 1-7)
- Hatfield JL, Perrier A, Jackson RD (1983). Estimation of evapotranspiration at one time-of-day using remotely sensed surface temperatures. *Agric. Water. Manage.* 7, 341-350.
- Hatfield JL, Reginato RJ, Idso SB (1984). Evaluation of canopy temperature-evapotranspiration models over various surfaces, *Agric. Meteorol.* 32:41-53
- Hatfield JL, Allen RGE (1996). Evapotranspiration Estimates Under Deficient Water Supplies. *J. Irrig. and Drain. Engin.*, 122(5): 301-308.
- Horst GL, O'Toole JC, Faver KL (1989). Seasonal and Species variation in baseline functions for determining crop water stress indices in turf grass. *Crop. Sci.* 29: 1227-1232
- Idso SB, Jackson RD, Pinter PJ, Hatfield JL (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.* 24: 45-55.
- Idso SB (1982). Non - water stressed baselines: A key to monitoring and interpreting plant water stress, *Agric. Meteorol.*, 27, 59 -70.
- Idso SB (1983). Stomatal Regulation of Evaporation From Well-Watered Plant Canopies: a New Synthesis, *Ag. Met.* 29: 213 - 217.
- İmtiyaz M, Mgadla NP, Chepete B, Manase SK (2000). Response of six vegetable crops to irrigation schedules. *Agric. Water Manage.* 45, 331-342.
- İrmak S, Dorota ZH, Baştuğ R (2000). Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. *Agron. J.* 92: 1221-1227.
- Jackson RD, Idso SB, Reginato RJ, Pinter PJ (1981). Canopy temperature as a crop water stress indicator, *Water Resource Res.*, 7: 1133-1138.
- Jackson RD (1982). Canopy Temperature and Crop Water Stress. *Advances in irrigation*, v: 1, Academic Press, New York, 43-85.
- Kaçar MM (2007). Farklı Su ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Kanber R, Köksal H, Önder S, Eylem M (1996). Farklı Sulama Yöntemlerinin Genç Portakal Ağaçlarında Verim, Su Tüketimi ve Kök Gelişimine Etkileri, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 20(2), 163-172.
- Kanber R (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s, Adana.
- Kanber R, Köksal H, Ünlü M, Şenyiğit U, Onaran H, Ünlü AL, Özekici B, Sezen MS, Ortaç İ (2003). Nevşehir Yöresinde Farklı Sulama Yöntemleriyle Sıvı Gübre Uygulamalarının (Fertigasyon) Patates Verimi ve Azot Kullanımına Etkileri, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu (TARP 2256)
- Kanber R, Steduto P, Aydın Y, Ünlü M, Özmen S, Çetinkökü Ö, Özekici B, Diker K, Sezen MS (2004). Damla sulama sistemiyle Fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi, Tübitak, TARP, 1825.

- Karabulut A, Canbolat Ö (2005). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri, U.Ü. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Ulud. Üniv. 520s, Bursa
- Karaçalı İ (2004). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlaması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. No:494, Bornova-İzmir
- Katerji N, Itier B, Ferreira, MI, Pereira LS (1987). Water stress indicators for tomato crop, Soil and Plant Water Status (Proceed. Int. Conf.) Logan, Utah
- Kaygısız T, Bozokalfa MK, Şen F, Eşiyok D (2006). Yazlık Kabaklarda (*Cucurbita pepo* L. Cv. Sakız) Verim Dağılımı ve Hasat Sonrası Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak Derg. 43(2): 27-39.
- Korukçu A, Kanber R (1981). Water-yield relationship. Soil-Water Main Project 435-1, Tarsus
- Korukçu A, Evsahibioğlu AN (1987). Şekerpancarında Yaprak Alan İndeksi Değerlerinin Su Tüketimi Tahminlerinde Kullanılma Olanakları. Şeker, Sayı: 120, Yıl: 33, 29-38.
- Locascio SJ, Smajstrla AG (1996). Water Application Scheduling by Pan Evaporation for Drip-Irrigated Tomato. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121(1), 63-68.
- List RJ (1971). Smithsonian Meteorological Tables, Revised Edition. Smithsonian Msc. Collections, Vol : 114, Smithsonian Institute, Washington.
- Machada RMA, Oliveira MRG (2005). Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. Irrig. Sci., 24: 15-24.
- Medeiros GA, Arruda FB, Sakai E, Fujiwara M (2001). The Influence of Crop Canopy on Evapotranspiration and Crop Efficiency of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Wat. Manage. 49: 211-224.
- Meijer AD (2004). Characterizing a Crop Water Stress Index for Predicting Yield in Corn. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science. 159s.
- Meyer U (2001). Growth stages of mono and dicotyledonous plants. Federal Biological Research for Agriculture and Forestry. P: 130-133.
- Mohammad MJ, Hammauri A, Ferdows AE (2004). Phosphorus fertigation and preland conventional soil application of drip irrigated summer squash. Journal of Agronomy 3(3): 162-169.
- Nielsen DC, Gardner BR (1987). Scheduling irrigations for corn with the crop water stress index (CWSI), Appl. Agric. Res. 2: 295-300.
- Nielsen DC (1994). Non-water Stressed Baselines for Sunflowers. Agric. Water Manag. 26: 265-276.
- Olesen JE, Grevesen K (1997). Effects of temperature and irradiance on vegetative growth of cauliflower (*Brassica oleracea* L. Botrytis) and broccoli (*Brassica oleracea* L. italica). J. of Exp. Botany. 48, 1591-1598.
- Orta AH, Erdem T, Erdem Y (2002). Determination of Water Stress Index in Sunflower, Helia 37: 27-38. .
- Orta AH, Erdem Y, Erdem T (2003). Crop water stress index for watermelon. Scientia Hort. 98: 121-130.
- Orta AH, Başer İ, Şehirli S, Erdem T, Erdem Y (2004). Use of infrared thermometry for developing baseline equations and scheduling irrigation in wheat. Cereal Research Communications, 32(3): 363-370.

- Ödemiş B, Baştuğ R (1999). İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması, J of Agric. And Forestry 23: 31-37.
- Özdüven FF, Arın L (2011). Salisilik Asit Uygulamalarının Kısıtlı Su Koşullarında Yetiştirilen Yazlık Kabakta (*Cucurbita pepo L*) Bitki Gelişimi ve Verime Etkileri. VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Türkiye
- Pamuk G (2003). II.Ürün Mısır Bitkisinin Su -Verim İlişkileri ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Bölge Koşullarına Uygunluğunun İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü 141s, İzmir.
- Pandey RK, Maranvilla JW, Chetima MM (2000). Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. Part II. Shoot-growth, nitrogen uptake and water extraction. Agric. Water Manag.46: 15–27.
- Panigrahi B, Panda SN , Raghuvanshi NS (2001). Potato Water Use and Yield Under Furrow Irrigation. Irrigation Sci. 20(4), 155–163.
- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. ICID Bulletin 19(1): 28-45.
- Paschold PJ, Zengerle KH, Kleber J (2000). Influence of Irrigation on the Yield and the Nitrogen Balance of Broccoli (*Brassica oleracea L. convar. Botrytis (L.) ALEF. var. Italica Plenck*), ISHS Acta Horticulturae 537:III International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Lisbon, Portugal.
- Patel N, Rajput TBS (2007). Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato. Agric. Water. Manag., 88: 209-223.
- Payero JO, Irmak S (2006). Design, construction, installation, and performance of two large repacked weighing lysimeters for measuring crop evapotranspiration. Irrigation Science (in review).
- Rachidi F, Kirkham MB, Stone LR, Kanemasu ET (1993a). Use of Photosynthetically Active Radiation by Sunflower and Sorghum. Eur. J. Argon. 2(2): 131-139.
- Rachidi, F, Kirkham MB, Kanemasu ET, Stone LR (1993b). Energy Balance Comparison of Sorghum and Sunflower. Theor. Appl. Climatol. 48: 29-39.
- Randall HC, Locascio SJ (1988). Root Growth and Water Status of Trickle-Irrigated Cucumber and Tomato, J. Am.Soc. Hortic. Sci. 113(6), 830–835.
- Rolbiecki R (2007). The Effect Of Micro-Irrigation On Yields Of Zucchini (*Cucurbita Pepo L.*) Cultivated On A Sandy Soil In Central Poland, ISHS Acta Horticulturae 729: III Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Poland.
- Rouphael Y and Colla G (2005). Growth, yield, Fruit quality and nutrient uptake of hydroponically cultivated zucchini squash as affected by irrigation systems and growing seasons. Scientia Horticulturae. 105: 177-195.
- Sakellariou-Makrantonaki M, Kalfountzos D, Vrylas P (2002). Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. The Int. J. Vol 4: 85-91.
- Sevgican A. (2002). Örtüaltı Sebzeçiliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 528, Bornova, İzmir, 476 s.
- Shanahan JF, Nielsen DC (1987). Influence of growthretardants (Anti-Gibberellins) on corn vegetative growth, water use, and grain yield under different levels of waters tress. Agron. J. 79: 103-109.

- Silva BB, Rao TVR (2005). The CWSI variations of a cotton crop in a semi-arid region of Northeast Brazil. *Journal of Arid Enviroments*. 62: 649-659
- Stegman EC, Soderlund M (1992). Irrigation Scheduling of Spring Wheat Using Infrared Thermometry, *ASAE* 35: 143-152.
- Steele DD, Stegman EC, Gregor BL (1994). Field comparison of irrigation scheduling methods for corn. *Trans. ASAE* 37: 1197-1203.
- Şeniz V (2004.) Genel Sebzeçilik, Uludağ Üniv. Ders Notları, No:53, 230s.
- Şeniz V, Eser B, Daşgan Y, Akbudak N, İlbi H, Sürmeli N, Başay S (2005). Sebze Üretiminde Gelişme ve Hedefler VI. Türkiye Zir. Müh. Teknik Kongresi, Ankara,
- Thompson TL, Thomas A.D, Ronald EG (2002). Subsurface Drip Irrigation and Fertigation of Broccoli: I. Yield, Quality, and Nitrogen Uptake. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 186-192.
- Tiwari KN, Singh A, Mal PK (2003). Effect of irrigation on yield of cabbage (*Brassicaoleracea L. var. Capitata*) under mulch and non-mulch conditions. *Agric. Wat. Manage.* 58: 19-28.
- Ünlü M, Kanber R, Şenyiğit U, Onaran H, Diker K (2006). Trickle and Sprinkler Irrigation of Potato (*Solanum Tuberosum L.*) in The Middle Anatolian Region in Turkey. *Agric.Wat. Manage.* 79, 43-71.
- Villalobos FJ, Orgaz F, Testi L, Fereres E (2000). Measurement and Modeling of Evapotranspiration of Olive (*Olea europaea L.*) Orchards. *Eur. J. Agron.* 13: 155–163.
- Walker WR, Skogerboe GV (1987). *Surface Irrigation. Theory and Practice*. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Wagen IM, Skjelvag AO, Bonesmo H (2004). Growth analysis of broccoli in relation to fertilizer nitrogen application. *J. of Hort. Sci. & Biotechnology* 79(4), 484–492.
- Wilhelm WW, Ruwe K, Schlemmer MR (2000). Comparison of Three Leaf Area Index Meters in a Corn Canopy. *Crop Science* 40: 1179-1183.
- Yazar A, Howell AT, Dusek DA, Copeland KS (1999). Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. *Irrig. Sci.* 18: 171-180.
- Yıldırım O, Madanoğlu K (1985). A-sınıfı buharlaşma kaplarının bitki su tüketiminin tahmininde kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No.433, Ankara.
- Yuan BZ, Sun J, Nishiyama S (2004). Effect of Drip Irrigation on Strawberry Growth and Yield Inside a Plastic Greenhouse. *Biosystem Engin.* 872: 237-245.
- Yuan G, Luo Y, Sun X, Tang D (2004). Evaluation of a crop water stres index for detecting water stres in winter wheat in the North China plain. *Agric. Wat. Manage.* 64: 29-40.
- Yurtsever N (1984). *Deneysel İstatistik Metotları*. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No:56, Ankara .
- Zhang Y, Kendy E, Qiang Y, Changming L, Yanjun S, Hongyong S (1999). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the north China plain. *Agric Water Manage* 64: 107-122.
- <http://tez2.yok.gov.tr/>.
- www.icid.org

ÖZGEÇMİŞ

Edirne ilinde, 1986 yılında doğdu. Lise eğitimini Edirne Lisesi' nde tamamladı. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesinde, 2005 yılında, Lisans eğitimine başladı, 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.