



**KESTANE KABAĞINDA (*Cucurbita maxima* Duch.)
KİSMİ KÖK KURULUĞU VE
SU STRESİNE BAĞLI VERİM VE KALİTE
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

MEHMET MURAT CÖMERT

**DOKTORA TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
PROF. DR. TEKİN ÖZTEKİN**

**Ekim - 2020
Her hakkı saklıdır**

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

KESTANE KABAĞINDA (*Cucurbita maxima* Duch.)
KİSMİ KÖK KURULUĞU VE SU STRESİNE BAĞLI
VERİM VE KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

MEHMET MURAT CÖMERT

TOKAT
Ekim - 2020

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2016/78 nolu proje ile desteklenmiştir.

JÜRİ İMZA SAYFASI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Mehmet Murat CÖMERT'in "Kestane Kabağında (*Cucurbita maxima* Duch.) Kısmi Kök Kuruluğu ve Su Stresine Bağlı Verim ve Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi" adlı çalışması 21 EKİM 2020 tarihinde jürimiz tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Programında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Başkan: Prof. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK

.....

Üye (Tez Danışmanı): Prof. Dr. Tekin ÖZTEKİN

.....

Üye : Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

.....

Üye : Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU

.....

Üye : Prof. Dr. Ali ÜNLÜKARA

.....

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2020
Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Enstitü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MEHMET MURAT CÖMERT

21 Ekim 2020

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KESTANE KABAĞINDA (*Cucurbita maxima* Duch.) KİSMİ KÖK KURULUĞU VE SU STRESİNE BAĞLI VERİM VE KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

MEHMET MURAT CÖMERT

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: PROF DR. TEKİN ÖZTEKİN

Bu çalışmada damla sulama sistemi ile sulanan kestane kabağında (*Cucurbita maxima* Duch.) kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama uygulamalarının su stresine bağlı olarak verim ve kalite özellikleri (suda çözünür kuru madde, pH, titrasyon asitliği) ile fizyolojik parametre (yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su kapsamı, klorofil içeriği) değişimleri, bitki su tüketimi, su ve sulama suyu kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla 2017 ve 2019 yıllarında Tokat'ta yürütülmüştür. Denemede tam sulama (TS), kısıntılı sulama konuları (KS-30, KS-50), sabit ve alternatif kısmi kök kuruluğu konuları (SK, AK) ve sulanmayan (SZ) konu olmak üzere 6 farklı konunun etkileri incelenmiştir. Bitki su tüketim değerleri 2017 yılında 178.7-433.8 mm, 2019 yılında 230.1-472.5 mm arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda pazarlanabilir verim değerleri 2017 yılında 2 220-4 036 kg/da, 2019 yılında 2 989-5 230 kg/da arasında değişmiştir. Su kullanım etkinliği (WUE) değerleri 2017 yılında 9.3-10.6 kg/m³, 2019 yılında ise 10.9-12.5 kg/m³ arasında değişirken, sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri 2017 yılında 14.3-21.2 kg/m³, 2019 yılında ise 14.9-25.3 kg/m³ arasında değişmiştir. Verim tepki föktörü (k_y) 2017 yılı için 0.82, 2019 yılı için 0.76 ve ortalama olarak 0.79 olarak elde edilmiştir. Ayrıca çalışmanın ikinci yılında bitki su stres indeksinin (CWSI) sulama zamanının belirlenmesinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. CWSI değeri 0.22-0.97 arasında değişim göstermiş olup CWSI değerinin 0.22-0.38 aralığında sulandığında yüksek verim elde edileceği saptanmıştır. Verim ile CWSI arasında $Y = -3119.2 \times CWSI + 6118.2$ şeklinde çok güçlü (R=0.97) bir ilişki bulunmuştur. TS konusuna göre KS-50, SK ve AK konularından %47 su tasarrufu yapıldığında verim kaybı sırasıyla, %17, %23 ve %25 olmuştur. Sonuçta kurak koşullarda verim ve kalite özellikleri açısından kısmi kök kuruluğu sulama tekniğinin önemli bir avantajının olmadığı belirlenmiştir. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde su tasarrufu açısından KS-50 konusu önerilebilir.

2020, 107 SAYFA

ANAHTAR KELİMELELER: Kestane Kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.), Kısmi Kök Kuruluğu, Kısıntılı Sulama, Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)

ABSTRACT

DOCTORATE THESIS

DETERMINATION OF YIELD AND QUALITY CHANGES IN WINTER SQUASH (*Cucurbita maxima* Duch.) DEPEND ON PARTIAL ROOTZONE DRYING AND WATER STRESS

MEHMET MURAT CÖMERT

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

SUPERVISOR: PROF. DR. TEKİN ÖZTEKİN

This study was conducted to investigate the effects of partial rootzone drying and deficit irrigation treatments on yield, quality traits (soluble solids content, pH, titratable acidity) and physiological parameters (leaf water potential, leaf relative water content, chlorophyll content) of drip-irrigated winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and to determine plant water consumption, water and irrigation water use efficiencies in 2017 and 2019 growing seasons of Tokat province. The effects of 6 different subjects were examined as: full irrigation (FI), deficit irrigations (DI-30, DI-50), fixed and alternate partial rootzone drying (FPRD, APRD) and non-irrigated (rain-fed, RF) treatments. Plant water consumptions varied between 178.7 and 433.8 mm in 2017 and between 230.1 and 472.5 mm in 2019. Marketable yield values varied from 2 220 to 4 036 kg/da in 2017 and from 2 989 to 5 230 kg/da in 2019. Water use efficiency (WUE) values varied between 9.3 and 10.6 kg/m³ in 2017 and between 10.9 and 12.5 kg/m³ in 2019. Irrigation water use efficiency (IWUE) values varied between 14.3 and 21.2 kg/m³ in 2017 and between 14.9 and 25.3 kg/m³ in 2019. Yield response factor (k_y) was calculated as 0.82 in 2017 and as 0.76 in 2019, the average was 0.79. In the second year of the study, potential use of crop water stress index (CWSI) in irrigation scheduling was also investigated. The CWSI value varied from 0.22 to 0.97 and it was determined that high yields would be obtained when irrigation was done at CWSI values of between 0.22 to 0.38. There was a strong ($R=0.97$) relationship between yield and CWSI as $Y=-3119.2 \times CWSI+6118.2$. As compared to FI treatment, about 47% water saving was achieved with DI-50, FPRD and APRD treatments with relative yield losses of 17, 23 and 25%, respectively. Based on the present findings it was concluded that partial rootzone drying irrigation technique did not produce a significant advantage in terms of yield and quality under dry conditions. In areas with limited water resources, DI-50 subjects can be recommended in terms of water-saving.

2020, 107 PAGES

KEYWORDS: Winter Squash (*Cucurbita maxima* Duch.), Partial Rootzone Drying, Deficit Irrigation, Crop Water Stress Index (CWSI)

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi, tecrübe ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Tekin ÖZTEKİN'e,

Ayrıca hem ders döneminde hem de çalışmalarım esnasında bana destek veren kıymetli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK, Prof. Dr. Ali ÜNLÜKARA ve Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU'na,

Önemli katkı ve düzeltmeleri ile tezime değer katan değerli hocam Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU'na,

Hem laboratuvar hemde arazi çalışmalarının yürütülmesinde yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI, Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ ve Arş. Gör. Müberra ERDOĞAN'a,

Çalışmalarımın yürütülebilmesi için 2016/78 no'lu proje ile maddi destek sağlayan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna,

Her zaman yanımda olan biricik eşim Seda CÖMERT'e ve varlığıyla hayatıma neşe getiren sevgili oğlum Ahmet Alp ve kızım Beril'e, hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve bana inanan aileme en içten sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

MEHMET MURAT CÖMERT

21 EKİM 2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Kabak Sulaması Konusunda Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Kısmi Kök Kuruluğu Konusunda Yapılan Çalışmalar	8
2.3. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Konusunda Yapılan Çalışmalar	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Deneme yerinin tanımı ve iklim özellikleri	16
3.1.2. Denemede kullanılan bitki materyali	21
3.1.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri	22
3.1.4. Toprak özellikleri	22
3.1.5. Toprak nem ölçümü ve kalibrasyon	24
3.2. Çalışmada Kullanılan Cihazlar	26
3.2.1. İnfrared termometre	26
3.2.2. Yaprak su potansiyeli cihazı	26
3.2.3. Klorofilmetre	27
3.3. Yöntem	28
3.3.1. Deneme deseni ve deneme konuları	28
3.3.2. Sulama sistemi	33
3.3.3. Sulama zamanının belirlenmesi	33
3.3.4. Bitki su tüketiminin belirlenmesi	33
3.3.5. Bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi	34

3.3.6. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanının belirlenmesi	36
3.3.7. Verim tepki faktörünün belirlenmesi	36
3.4. Yapılan Gözlem, Ölçüm ve Analizler	37
3.4.1. Yaprak oransal su kapsamının belirlenmesi	37
3.4.2. Bitki başına meyve sayısı	37
3.4.3. Ortalama meyve ağırlığı	38
3.4.4. Meyve boyu	38
3.4.5. Meyve eni	38
3.4.6. Verim	38
3.4.7. Titrasyon asitliği	39
3.4.8. pH	39
3.4.9. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)	39
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	40
4.1. Fenolojik Gözlem Sonuçları	40
4.2. Sulama ve Bitki Su Tüketimi	41
4.3. Pazarlanabilir Meyve Verimi	44
4.3.1. Pazarlanabilir meyve verimi bitki su tüketimi ilişkisi	46
4.3.2. Pazarlanabilir meyve verimi sulama suyu ilişkisi	47
4.4. Ortalama Meyve Ağırlığı	48
4.5. Meyve Sayısı	50
4.6. Meyve Boyu	51
4.7. Meyve Eni	53
4.8. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) İçerikleri	55
4.9. Titrasyon Asitliği	58
4.10. pH	59
4.11. Yaprak Su Potansiyeli (YSP)	61
4.11.1. Yaprak su potansiyeli verim ilişkisi	65
4.12. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK)	66
4.13. Klorofil İçeriği (SPAD indeksi)	69
4.14. Su Kullanım Etkinliği (WUE)	73
4.15. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği (IWUE)	75

4.16. Verim Tepki Faktörü (k_v)	76
4.17. Bitki Taç Sıcaklığı ve CWSI (Bitki su stres indeksi) Bulguları	81
4.17.1. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile bitki su tüketimi ilişkisi.....	83
4.17.2. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile sulama suyu ilişkisi.....	84
4.17.3. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile pazarlanabilir verim arasındaki ilişki.....	85
4.17.4. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve ağırlığı arasındaki ilişki	85
4.17.5. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve sayısı arasındaki ilişki.....	86
4.17.6. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve boyu arasındaki ilişki.....	87
4.17.7. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve eni arasındaki ilişki.....	87
4.17.8. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile SÇKM arasındaki ilişki.....	88
4.17.9. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile titrasyon asitliği arasındaki ilişki.....	89
4.17.10. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile pH arasındaki ilişki	89
4.17.11. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile YSP arasındaki ilişki.....	90
4.17.12. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile YOSK arasındaki ilişki	91
4.17.13. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile klorofil içeriği arasındaki ilişki	91
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
6. KAYNAKLAR	96
7. ÖZGEÇMİŞ	106

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
C	Kapillar yükselme miktarı (mm)
cm	Santimetre
D	Derine sızma (mm)
da	Dekar
e_a	Gerçek buhar basıncı (kPa)
E_{pan}	Pan kabı buharlaşma miktarı (mm)
e_s	Doygun buhar basıncı (kPa)
$e_s - e_a$	Doygun buhar basıncı açığı (kPa)
ET	Bitki su tüketimi (mm)
ET_a	Su stresi konuları bitki su tüketimi (mm)
ET_m	Kontrol konusunda belirlenen en yüksek bitki su tüketimi (mm)
ET_0	Referans bitki su tüketimi (mm)
g	Gram
G	Toprak ısı akışı (MJ/m^2 gün)
h	Saat
ha	Hektar
I	Sulama suyu miktarı (mm)
K_{cp}	Bitki pan katsayısı
kg	Kilogram
k_y	Verim tepki faktörü

L	Litre
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
MJ	Megajoule
mm	Milimetre
P	Etkili yağış miktarı (mm)
R	Yüzey akış miktarı (mm)
RH	Bağıl nem (%)
R_n	Net radyasyon (MJ/m^2 gün)
s	Saniye
t	Ton
T_a	Hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T_c	Bitki taç sıcaklığı ($^{\circ}C$)
u_2	2 metre yükseklikte rüzgar hızı (m/s)
VPD	Buhar basıncı açığı (kPa)
Y	Verim
Y_a	Su stresi yaşayan konulardan elde edilen verim (kg/da)
Y_m	Su stresi yaşamayan konudan elde edilen en yüksek verim (kg/da)
$\%$	Yüzde
$\mu S/cm$	Mikrosiemens/santimetre
Δ	Buhar basıncı eğrisinin eğimi ($kPa/^{\circ}C$)

ΔS	Toprak profilindeki nem değişimi (mm)
γ	Psikrometrik sabite (kPa/°C)
θ_{tk}	Toprağın tarla kapasitesi hacimsel nem iğeriği (cm ³ / cm ³)
θ_i	Sulama öncesi hacimsel nem iğeriği (cm ³ / cm ³)

Kısaltmalar

Açıklama

CWSI	Bitki su stres indeksi
ÇD	Çiçeklenme dönemi
DSİ	Devlet Su İşleri
GS	Güneşlenme süresi (h)
GŞ	Güneşlenme şiddeti (MJ/m ² gün)
IWUE	Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/m ³)
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MT	Meyve tutumu dönemi
O	Olgunlaşma dönemi
SÇKM	Suda çözünebilir kuru madde (%)
VG	Vejetatif gelişme dönemi
WUE	Su kullanım etkinliği (kg/m ³)
YSP	Yaprak su potansiyeli (bar)
YOSK	Yaprak oransal su kapsamı (%)

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Tokat uzun yıllar ile 2017 yılı ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması	18
Şekil 3.2. Tokat uzun yıllar ile 2019 yılı ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması	19
Şekil 3.3. Tokat uzun yıllar ile 2017 yılı toplam yağış miktarının karşılaştırılması	19
Şekil 3.4. Tokat uzun yıllar ile 2019 yılı toplam yağış miktarının karşılaştırılması	20
Şekil 3.5. Tokat uzun yıllar ile 2017 yılı birikimli referans bitki su tüketimi karşılaştırılması	20
Şekil 3.6. Tokat uzun yıllar ile 2019 yılı birikimli referans bitki su tüketimi karşılaştırılması	21
Şekil 3.7. Denemede kullanılan Arıcan 97 kabak tohumu	21
Şekil 3.8. Nem sensörü ve okuma ekranı görünümü.....	25
Şekil 3.9. Toprak nem sensörü okumalarına karşılık gelen hacimsel nem içeriği değerleri	25
Şekil 3.10. İnfrared termometre kalibrasyon grafiği.....	26
Şekil 3.11. Yaprak su potansiyeli ölçümünde kullanılan basınç odası aleti.....	27
Şekil 3.12. Klorofil ölçümünde kullanılan klorofilmetre aleti.....	27
Şekil 3.13. Kestane kabağı deneme planı	30
Şekil 3.14. Tarımsal uygulamalardan görüntüler.....	32
Şekil 3.15. Taç sıcaklığının infrared termometre ile ölçümü	35
Şekil 3.16. Hasat edilen meyvelerin toplanması ve ölçümlerin yapılması.....	38
Şekil 4.1. Bitki su tüketimi ile pazarlanabilir meyve verimi arasındaki ilişki.....	47
Şekil 4.2. Sulama suyu miktarı ile pazarlanabilir meyve verimi arasındaki ilişki.....	47
Şekil 4.3. 2017 yılı konular bazında YSP değişimi	62
Şekil 4.4. 2019 yılı konular bazında YSP değişimi	62
Şekil 4.5. YSP ile pazarlanabilir meyve verimi arasındaki ilişki.....	65
Şekil 4.6. 2017 yılı konular bazında YOSK değişimi	66
Şekil 4.7. 2019 yılı konular bazında YOSK değişimi	67
Şekil 4.8. 2017 yılı konular bazında klorofil içeriği değişimi	70
Şekil 4.9. 2019 yılı konular bazında klorofil içeriği değişimi	70
Şekil 4.10. Kestane kabağı 2017 yılı klasik kısıntı konuları k_y grafiği.....	77
Şekil 4.11. Kestane kabağı 2019 yılı klasik kısıntı konuları k_y grafiği.....	77
Şekil 4.12. Kestane kabağı 2017-2019 yılı klasik kısıntı konuları ortalama k_y grafiği...78	
Şekil 4.13. Kestane kabağı 2017 yılı kısmi kök kuruluğu konuları k_y grafiği.....	78
Şekil 4.14. Kestane kabağı 2019 yılı kısmi kök kuruluğu konuları k_y grafiği.....	79
Şekil 4.15. Kestane kabağı 2017-2019 yılı kısmi kök kuruluğu konuları ortalama k_y grafiği	79
Şekil 4.16. Kestane kabağı 2017 yılı AK ve SK konuları ortalama k_y grafiği	80
Şekil 4.17. Kestane kabağı 2019 yılı AK ve SK konuları k_y grafiği.....	80
Şekil 4.18. Kestane kabağı 2017-2019 yılı AK ve SK konuları ortalama k_y grafiği	81

Şekil 4.19. Kestane kabağı taç-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı ilişkisi	81
Şekil 4.20. Konular bazında CWSI değişimi	83
Şekil 4.21. Bitki su tüketimi ile CWSI arasındaki ilişki	84
Şekil 4.22. Sulama suyu miktarı ile CWSI arasındaki ilişki	84
Şekil 4.23. Pazarlanabilir verim ile CWSI arasındaki ilişki	85
Şekil 4.24. Meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki	86
Şekil 4.25. Meyve sayısı ile CWSI arasındaki ilişki	86
Şekil 4.26. Meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki	87
Şekil 4.27. Meyve eni ile CWSI arasındaki ilişki	88
Şekil 4.28. SÇKM ile CWSI arasındaki ilişki	88
Şekil 4.29. Titrasyon asitliği ile CWSI arasındaki ilişki	89
Şekil 4.30. pH ile CWSI arasındaki ilişki	90
Şekil 4.31. YSP ile CWSI arasındaki ilişki	90
Şekil 4.32. YOSK ile CWSI arasındaki ilişki	91
Şekil 4.33. Klorofil içeriği ile CWSI arasındaki ilişki	92

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Tokat iline ait uzun yıllar ortalama iklim verileri (1960-2019)	16
Çizelge 3.2. 2017 büyüme periyoduna ait ortalama iklim verileri.....	17
Çizelge 3.3. 2019 büyüme periyoduna ait ortalama iklim verileri.....	18
Çizelge 3.4. 2017 yılı sulama suyu analiz sonuçları	22
Çizelge 3.5. 2019 yılı sulama suyu analiz sonuçları	22
Çizelge 3.6. Deneme alanı topraklarının 2017 yetiştirme yılına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	23
Çizelge 3.7. Deneme alanı topraklarının 2019 yetiştirme yılına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	24
Çizelge 3.8. Deneme konuları ve gösterim şekli	28
Çizelge 3.9. 2017 ve 2019 yetiştirme periyodunda yapılan tarımsal uygulamalar	31
Çizelge 4.1. Kestane kabağı gelişme dönemleri uzunlukları.....	40
Çizelge 4.2. 2017 yılında konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm).....	41
Çizelge 4.3. 2019 yılında konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm).....	42
Çizelge 4.4. Konulara göre hesaplanan mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm).....	43
Çizelge 4.5. Pazarlanabilir verime ilişkin varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 4.6. Konulara göre ortalama pazarlanabilir verim değerleri ve Duncan grupları	45
Çizelge 4.7. Ortalama meyve ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları	49
Çizelge 4.8. Konulara göre ortalama meyve ağırlığı değerleri.....	49
Çizelge 4.9. Meyve sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları	50
Çizelge 4.10. Konulara göre ortalama meyve sayısı ve Duncan grupları	51
Çizelge 4.11. Meyve boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.12. Konulara göre ortalama meyve boyu ve Duncan grupları	53
Çizelge 4.13. Meyve enine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.14. Konulara göre ortalama meyve eni değerleri	55
Çizelge 4.15. Meyvelerin SÇKM değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	56
Çizelge 4.16. Konulara göre SÇKM değerleri ve Duncan grupları	57
Çizelge 4.17. Titrasyon asitliğine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.18. Konulara göre ortalama titrasyon asitliği değerleri	59
Çizelge 4.19. pH değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.20. Konulara göre ortalama pH değerleri.....	61
Çizelge 4.21. YSP değerine ilişkin varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 4.22. Sulama seviyesine göre ölçülen YSP değeri ve Duncan grupları	64
Çizelge 4.23. Büyüme dönemlerine göre ölçülen YSP değeri ve Duncan grupları	65
Çizelge 4.24. YOSK değerine ilişkin varyans analizi sonuçları	68
Çizelge 4.25. Sulama seviyesine göre ölçülen YOSK değeri ve Duncan grupları	68
Çizelge 4.26. Büyüme dönemlerine göre ölçülen YOSK değeri ve Duncan grupları	69

Çizelge 4.27. Klorofil içeriği değerine ilişkin varyans analizi sonuçları	71
Çizelge 4.28. Sulama seviyesine göre ölçülen klorofil içeriği değer ve Duncan grupları	72
Çizelge 4.29. Büyüme dönemlerine göre ölçülen klorofil değer ve Duncan grupları ...	72
Çizelge 4.30. WUE değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.31. Konulara göre ortalama WUE değerleri	74
Çizelge 4.32. IWUE değerine ilişkin varyans analizi sonuçları	75
Çizelge 4.33. Konulara göre IWUE değer ve Duncan grupları	76
Çizelge 4.34. Sulama ncesi, sonrası ve mevsimlik ortalama CWSI değerleri.....	82



1. GİRİŞ

Ülkemizin sebze üretimi 789 906 ha alanda 31 089 644 ton'dur. Üretimi yapılan sebzelerin %26.4'ü kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasındandır. Kabakgil sebzelerinden sırasıyla en fazla karpuz, hıyar, kavun ve kabak üretimi yapılmaktadır. Toplam 590 414 ton kabak üretiminin %75.9'u yazlık kabak, %15.6'sı kestane ve bal kabağı ve %8.5'i de çerezlik kabaktan oluşmaktadır (TÜİK, 2020).

Kabaklar, olgunlaşmamış (yazlık) ve olgunlaşmış (kışlık) dönemlerde meyveleri, çiçekleri taze olarak ve çerezlik olarak tohumları için tüketilirler (Bisognin, 2002).

Türkiye coğrafi ve ekolojik yapısı itibariyle bir çok kabakgil türünün yetiştiği bir ülkedir. Kışlık olarak kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) ve bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) yetiştiriciliği en fazla tercih edilen türlerdir (Sarı ve ark., 2008).

Cucurbitaceae familyasından olan kestane kabakları (*Cucurbita maxima* Duch.) Marmara, Karadeniz, Ege, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sorunsuz olarak yetiştirilen önemli sebze türlerindedir. Muhafazasının ve pazarlanmasının kolay olması yönüyle özellikle ekonomik değeri düşük ürünlerin yerine tercih edilebilmektedirler. Ülkemizde üreticiler ve istatistikçiler kestane kabağı ile bal kabağını genetik bakımdan karakterize edemediğinden üretilen kestane kabağı da bal kabağıyla birlikte değerlendirilmektedir (Balkaya ve ark. 2010a).

TÜİK (2020)'ye göre balkabağının Türkiye'deki üretimi 36 950 dekar alanda 92 319 ton olup 2019 yılı verilerine göre Sakarya 11 558 ton üretimle ilk sırada yer almakta, Sakarya'yı; Ankara 11 305 ton, Düzce 8 009 ton ve Samsun 5 529 ton ile izlemektedir. Tokat'ta ise balkabağı üretimi 395 da alanda 1 187 tondur. Ayrıca ülkemizin kışlık kabak üretiminin (kestane kabağı ve bal kabağı) yaklaşık % 24.2'si Karadeniz Bölgesi'nden karşılanmaktadır.

Ülkemizde kestane kabakları genellikle sulanmadan yetiştirilmesine rağmen toprakta yeteri kadar nem bulunması gerekmektedir. Özellikle meyve tutumu ve meyve gelişimi dönemlerinde suya olan talep daha fazladır (Özseven, 2010). Ancak dünyada ve ülkemizde kestane kabağı yetiştiriciliğ hakkında ihtiyaç duyulan sulama verileri yeteri kadar mevcut değildir.

Artan nüfus ve buna bağlı olarak gıda ihtiyacına olan talebin artması ve küresel ısınma, su kaynakları üzerine olan baskıyı artırmaktadır. Özellikle sulamadan dolayı tarımda su kullanımı su yönetiminin ve sulama programlamasının geliştirilerek suyun daha etkin kullanımı için yeni strateji ve tekniklerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Yarı kurak ve kurak alanlarda su kullanım etkinliğini artırmak için kısıntılı sulama teknikleri uygulanmaktadır. Su kullanım etkinliğini artırmak için kullanılan diğer bir sulama uygulaması olan kısmi kök kuruluğu (partial rootzone drying, PRD) sulama tekniği, sınırlı kaynakların daha etkin kullanılması için geliştirilmiştir (Kirda ve ark., 2004; Mingo ve ark., 2004; Zegbe ve ark., 2004; Hakeem ve ark., 2016). Kısmi kök kuruluğu (PRD) sulama tekniği kısıntılı sulamanın değiştirilmiş şeklidir (Ahmadi ve ark., 2010). Bu teknikte her sulamada bitki kök bölgesinin yarısı kuru bırakılarak diğer yarısına su verilerek bitki gereksinimi için yeterli miktarda su sağlanmaktadır (Sepaskhah ve Ahmadi, 2010).

Kısmi kök kuruluğu (PRD) tekniği sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu (fixed partial rootzone drying, FPRD) ve alternatif (alternate partial rootzone drying, APRD) kısmi kök kuruluğu olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilir. Alternatif kısmi kök kuruluğu (APRD) sulama tekniğinde bitki kök bölgesinin her iki tarafına değiştirerek her sulamada bir tarafına su uygulanmaktadır. Sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu (FPRD) tekniğinde ise sulamalarda kök bölgesinin bir kısmına su verilmekte diğer tarafı ise büyüme sezonu boyunca kuru bırakılmaktadır. Kısmi kök kuruluğu (PRD) sulama tekniğinde sulama suyu kullanım etkinliğinin artması ve özellikle su kıtlığı olan bölgelerde sulama suyu ihtiyacının azalması beklenmektedir (Hakeem ve ark., 2016). Kısmi kök kuruluğu (PRD) sulama tekniğinde bitkisel üretimde önemli verim azalması olmadan su kullanım etkinliği artmaktadır (Kang ve Zhang, 2004).

Sulama programlamasında kullanılan yöntemleri genel olarak; toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi baz alan yaklaşımlar olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür. 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). Son yıllarda infrared termometre tekniğı kullanılarak belirlenen yaprak sıcaklığı ile hesaplanan bitki su stres indeksi (crop water stress index, CWSI) değerinden sulama programlamasında yararlanılmaktadır (Kanemasu ve ark., 1983; William ve ark., 1989). Ülkemizde ve dünyada birçok araştırmacı tarafından çeşitli bitkiler üzerine farklı iklim ve bölge koşullarında yapılan çalışmalar sonucunda, CWSI'nın 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, Erdem ve ark. 2010, Kırnak ve ark. 2016, Tekelioğlu ve ark.2017). Aynı araştırmacılar, CWSI ile sulama zamanının belirlenebileceğini, ancak, bu yöntemin uygulanacak sulama suyu konusunda bir fikir vermeyeceğini açıklamışlardır. Kabak sulaması konusunda yapılan çalışmalar yemeklik ve çerezlik kabak üzerine olup kestane kabağı sulaması konusunda ülkemizde bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın temel amaçlarından biri kestane kabağı yetiştiriciliğinin artırılarak damla sulama ile sulanan kestane kabağı su ihtiyacının belirlenmesi ve üreticilerin kullanımına sunulmasıdır. Ayrıca su stresine bağılı olarak kestane kabağı verim ve kalite değışimlerinin belirlenmesi de araştırmanın hedefleri arasında bulunmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Kabak Sulaması Konusunda Yapılan Çalışmalar

Türkiye ve dünya genelinde kabakta sulama çalışmaları yaygın olarak yazlık ve çerezlik kabak üzerine yapılmış olup kışlık kabak üzerine az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Ertek ve ark. (2004) Van'da tarla koşullarında yazlık kabakta, sulama sıklığı ve miktarının verim unsurlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında 2 sulama aralığı (I_1 : 5 gün, I_2 :10 gün) ve 3 farklı bitki kap buharlaşma katsayısı (K_{cp1} :0.45, K_{cp2} :0.65 ve K_{cp3} :0.85) uygulamışlardır. Sonuçta mevsimlik bitki su tüketimi 336 ile 539 mm, uygulanan sulama suyu miktarı 279 ile 475 mm ve kabak verimi 22.4 ile 44.7 t/ha arasında değişmiştir. Yazarlar en yüksek toplam verimi I_1 - K_{cp3} konusundan elde etmişler. ET/Epan oranı 0.12 ile 1.16 arasında değişmiştir. Ayrıca, verim üzerine sulama uygulamalarının etkisi $P<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuş, K_{cp} 0.85 ve sulama aralığının 5 gün olduğu koşulda daha yüksek verim elde edileceği bildirilmiştir.

Al-Omran ve ark. (2005) Suudi Arabistan'da yürüttükleri araştırmada, 4 farklı sulama düzeyi (ET_0 'ın %60, 80, 100 ve 120'si kadar sulama suyu) ve 2 farklı sulama yönteminin (damla sulama ve toprak altı damla) yazlık kabağın 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 olarak belirlenmiş, su kullanım randımanlarının 2.44 ile 2.78 kg/m^3 değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, eserde toprak altı damla sulama ile kök bölgesinde biriken tuz miktarının önemli ölçüde azaldığı vurgulanmıştır.

Allen ve ark. (1998) kışlık kabakların stressiz koşullarda maksimum kök derinliklerinin 1.0 ile 1.5 m'ye kadar ulaştığını ve sulamaya su tutma kapasitesinin %35'i tüketildiğinde başlanılabileceğini belirtmiştir. Öte yandan Jensen ve ark. (1990) balkabağı için kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanacağını bildirmişlerdir. Bellingham (2009) ise kışlık kabak için etkili kök derinliğinin 90 cm

olduğunu, kullanılabilir su tutma kapasitesinin maksimum %60'ı tüketildiğinde sulamaya başlanması gerektiğini ifade etmiştir.

Fandika ve ark. (2011) Yeni Zelanda'da yürüttükleri çalışmada iki farklı kabak çeşidi (kışlık kabak ve yazlık kabak) ve iki farklı sulama uygulamasının (yağmurla beslenen ve sulanan) su kullanım etkinliği, verim ve bazı verim bileşenleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Eserde mevsimlik bitki su ihtiyacı kışlık kabak için 255.1 ile 407.6 mm, yazlık kabak için 260.4 ile 413.2 mm, su kullanım etkinliği ihtiyacı kışlık kabak için 13.42 ile 18.58 kg/ha/m³, yazlık kabak için 18.87 ile 25.99 kg/ha/m³ ve toplam meyve verimi kışlık kabak için 47.4 t/ha ile 54.7 t/ha, yazlık kabak için 67.7 t/ha ile 78 t/ha arasında belirlenmiştir.

Özer (2012) sakız kabağının damla sulama yöntemiyle beş farklı sulama uygulamasının (A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %0, %50, %75, %100 ve %125) sulama zamanı planlaması, bitki stres seviyesinin belirlenmesi ve verim ile verim öğelerine etkisini belirlemek amacıyla Tekirdağ'da iki yıllık bir çalışma yürütmüştür. Sonuçta mevsimlik bitki su tüketimi ilk yıl 222.4-472.2 mm, ikinci yıl 300.8-575.8 mm arasında değişmiş, en yüksek pazarlanabilir verim değeri ilk yıl I125 konusundan 34.80 t/ha, ikinci yıl I100 konusundan 31.20 t/ha olarak bulunmuştur. Su kullanım randımanları ilk yıl 7.37-8.22 kg/m³, ikinci yıl 5.40-6.19 kg/m³ ve sulama suyu kullanım randımanları ilk yıl 4.52-10.0 kg/m³ ve ikinci yıl 2.64-4.38 kg/m³ olarak belirlenmiştir. 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 ilk yıl " $T_c - T_a = -3.4505 \times VPD + 4.2797$ " ve ikinci yılda " $T_c - T_a = -1.1876 \times VPD + 3.7234$ " olarak bulunmuştur. Ortalama bitki su stresi indeksi ve verim değerleri arasında " $Y = -37.12 \times CWSI + 44.475$ " ve " $Y = -18.338 \times CWSI + 34.726$ " olan doğrusal eşitlikler saptanmıştır. Eserde sulama zamanının ve kabak veriminin belirlenmesi için bitki su stresi indeksi değerlerinin kullanılabilmesi ifade edilmiştir.

Kuslu ve ark. (2014) Erzurum'da yürüttükleri çalışmada damla sulama yöntemiyle sulanmış yazlık kabakta 3 farklı bitki kap buharlaşma katsayısı (K_{cp} değerinin %100'ü (K_{cp1}), %85'i (K_{cp2}) ve %70'i (K_{cp3})) uygulamışlardır. A sınıfı buharlaşma kabından olan

buharlaşma 30 mm olduğunda sulamaya başlanmıştır. Yazarlar, en yuşsek sulama suyu miktarının 452.9 mm, ortalama meyve ağırlığının 264.1 g, ortalama meyve çapının 5.49 cm, meyve boyunun 19.95 cm, bitki başına meyve sayısının 10.92, meyve veriminin 80 t/ha ve sulama suyu kullanım etkinliği değerinin 176.6 kg/ha/mm ile K_{cp1} konusundan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Yavuz ve ark. (2015) tarafından Konya’da 3 farklı sulama aralığı (S_7 : 7 gün, S_{14} : 14 gün ve S_{21} :21 gün) ve 5 farklı sulama düzeyinin (ET_a ’nın I_{100} : %100, I_{75} : %75, I_{50} : %50, I_{25} : %25 ve I_0 : %0’ı kadar sulama suyu) erezlik kabağın tohum verimi ve verim bileşenlerine etkisi incelenmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi konulara göre ilk yıl 194.2 ile 660.2 mm ve ikinci yıl 208.6 ile 629.6 mm arasında değişmiştir. Sulama aralığı ve miktarı tohum verimi ve kalitesini önemli derecede etkilemiştir. Yazarlar, en yuşsek tohum veriminin 1 274 kg/ha ile S_7I_{100} konusundan elde edildiğini ifade etmişlerdir. Mevsimlik verim tepki etmeni (k_y) değeri ilk yıl 0.92 ve ikinci yıl 1.27 olarak hesaplanmıştır. Yazarlar en yuşsek verimin 7 gün sulama aralığı ve %100 sulama durumunda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Sekendur (2017) Kayseri’de üç bitki gelişme dönemi (vejetatif gelişme dönemi (VG), ieklenme dönemi (D) ve meyve tutumu ve olgunlaşma dönemi (MO) ve üç su uygulamasının (tam sulama (S_{100}), tam sulamanın %50’si (S_{50}) ve sulama uygulanmayan konu (S_0)) erezlik kabak bitkisinin farklı gelişme dönemlerindeki su stresine karşı tepkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada bitki su tüketimi değerini konulara göre 338 ile 511 mm arasında değişmiştir. Konulara göre su kullanım etkinliği 0.15 ile 0.23 kg/m³, sulama suyu kullanım etkinliği ise 0.23 ile 0.42 kg/m³ arasında değişmiştir. En yuşsek meyve verimi 4.74 ton/da ve tohum verimi 98.5 kg/da ile tam sulamadan, en düşük meyve verimi 2.65 ton/da ve tohum verimi 66.0 kg/da ile D S_0 konusundan elde edilmiştir. Yazar verim tepki faktörünü (k_y) vejetatif gelişme döneminde 1.52, çiçeklenme döneminde 1.85 ve meyve olum döneminde 0.64 bulmuş olup su stresine en hassas dönemin çiçeklenme dönemi ve en dayanıklı dönemin meyve olum dönemi olduğunu ifade etmiştir.

Martim ve ark. (2018) tarafından Brezilya’da yürütülen çalışmada, damla sulama tekniği kullanılarak yazlık kabak bitkisinin üç farklı mal uygulaması ve beş farklı sulama

(ETc'nin %40, %60, %80, %100 ve %120'si kadar) uygulamasıyla; bitki su tüketimi, bitki katsayısı, çiçek sayısı ile verim ve verim ögeleri üzerine etkileri incelenmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 111.6 ile 116.2 mm arasında değişirken en yüksek verim 20.21 ton/ha olarak darı samanıyla kaplı ve %120 ETc'nin uygulandığı konudan elde edilmiştir. Fenolojik evrelere göre ortalama Kc değerleri sırasıyla 0.10, 0.25, 0.38, 0.40 bulunmuştur. Bitki başına en yüksek erkek çiçek sayısı 14.4 ile darı samanıyla kaplı ve %100 ETc'nin uygulandığı konudan, bitki başına en yüksek dişi çiçek sayısı ise 11.3 ile krotalarya samanıyla kaplı ve %80 ETc'nin uygulandığı konudan elde edilmiştir. Yazar uygulanan sulama miktarındaki artışın ve malç varlığının erkek ve dişi çiçeklerin üretim oranını etkilemezken su kullanım etkinliğini azalttığını belirtmiştir.

İrik (2018) 2015-2016 yetiştirme mevsiminde Kayseri koşullarında yetiştirilen çerezlik kabakta altı farklı sulama seviyesi altında (I100, I80, I60, I40, I20, I0) dokuz farklı spektral vejetasyon indeksi, bitki su stres indeksi (CWSI), tohum verimi ve tohum kalitesi üzerine bir araştırma yürütmüştür. Bitki su tüketimi ilk yıl için 256 ile 577 mm ve ikinci yıl için 227 ile 628 mm arasında değişmiştir. Tohum verimi ilk yıl için 46.97-141.65 kg/da ve ikinci yıl için 42.7-130.6 kg/da arasında değişmiştir. Verim tepki faktörü ilk yıl için 1.03 ve ikinci yıl için 0.93 olarak bulunmuştur. Çalışmada CWSI ilk yıl için 0.24 ile 1.0 ve ikinci yıl için 0.08 ile 0.93 arasında değişim göstermiş, CWSI'nin belirlenmesi için alt baz denklemi ilk yıl için $T_c - T_a = -2.3142 \times VPD + 4.1735$ ve ikinci yıl için $T_c - T_a = -2.99 \times VPD + 6.7603$, üst baz çizgisi ise 8.1°C olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, spektrometre okumalarıyla belirlenen vejetasyon indekslerinin bitki su tüketimi ve verim tahmininde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Wetzel ve Stone (2019) Amerika Birleşik Devletleri Oregon Eyaletinde sekiz kışlık kabak türünün iki farklı sulama rejimi (sulu ve kuru koşullarda) ile farklı dikim sıklığında verimlerini belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuçta sulanan konularda ilk yıl ortalama verim 35.7 t/ha ve ikinci yıl 32.2 t/ha olarak bulunmuş, kuru koşulda ise ilk yıl için ortalama verim kaybı %24 olurken ikinci yıl %63 olmuştur. Tüm çeşitlerde dikim sıklığının verim üzerine etkisi önemsizken, meyve büyüklüğü ve bitki başına meyve sayısı üzerine önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Kısmi Kök Kuruluşu Konusunda Yapılan Çalışmalar

Su kullanım etkinliğini artırmak için kullanılan diğer bir sulama uygulaması olan kısmi kök kuruluşu (PRD) sulama tekniği, sınırlı kaynakların daha etkin kullanılması için geliştirilmiştir (Kırda ve ark., 2004; Mingo ve ark., 2004; Zegbe ve ark., 2004; Hakeem ve ark., 2016). Kısmi kök kuruluşu (PRD) sulama tekniği kısıntılı sulamanın değiştirilmiş şeklidir (Ahmadi ve ark., 2010). Bu teknikte her sulamada bitki kök bölgesinin yarısı kuru bırakılarak diğer yarısına su verilerek bitki gereksinimi için yeterli miktarda su sağlanmaktadır (Sepaskhah ve Ahmadi, 2010).

Kang ve Zhang (2004) kısmi kök kuruluşu (PRD) sulama tekniğinin gelişiminde rol oynayan iki teorik yaklaşım bulunduğunu ifade etmiştir;

- 1) Sulanan bitkilerde bulunan stoma açıklığı bir miktar küçültülerek fotosentezi etkilemeden terlemeyle oluşacak su kaybı azaltılabilir.
- 2) Toprağın kuru kısmında su stresine bağlı olarak kök kaynaklı sinyallerle stoma fonksiyonlarını etkileyerek su kaybı azaltılabilir

Kısmi kök kuruluşu (PRD) tekniği sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluşu (FPRD) ve alternatif (APRD) kısmi kök kuruluşu olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilir. Alternatif (APRD) kısmi kök kuruluşu sulama tekniğinde bitki kök bölgesinin her iki tarafına değiştirilerek her sulamada bir tarafına su uygulanmaktadır. Sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluşu (FPRD) tekniğinde ise her sulamada kök bölgesinin bir kısmına su verilmekte diğer taraf ise büyüme sezonu boyunca kuru bırakılmaktadır. Kısmi kök kuruluşu (PRD) sulama tekniğinde sulama suyu kullanım etkinliğinin artması ve özellikle su kıtlığı olan bölgelerde sulama suyu ihtiyacının azalması beklenmektedir (Hakeem ve ark., 2016). Kısmi kök kuruluşu (PRD) sulama tekniğinde bitkisel üretimde önemli verim azalması olmadan su kullanım etkinliği artmaktadır (Kang ve Zhang, 2004).

Kırda ve ark. (2004) ilkbahar ve sonbahar yetiştirme sezonunda Adana'da serada yürütülen çalışmada altı farklı sulama konusunun (1- sulama suyu bitki köklerinin her iki tarafına uygulanan ve sulama suyu miktarı A-Sınıfı buharlaşma kabından belirlenen

verilerle hesaplanan kontrol konusu (FULL), 2- FULL konusundan % 30 daha az su verilerek her sulamada ıslatılan kısmın yer değiştirildiği konu (1PRD30), 3- FULL konusundan % 50 daha az su verilerek her sulamada ıslatılan kısmın yer değiştirildiği konu (1PRD50), 4- FULL konusundan % 50 daha az su verilerek her iki sulamada ıslatılan kısmın yer değiştirildiği konu (2PRD50), 5- FULL konusundan % 30 daha az su verilerek her sulamada bitki köklerinin her iki tarafı ıslatılan konu (DI30) ve 6- FULL konusundan % 50 daha az su verilerek her sulamada bitki köklerinin her iki tarafı ıslatılan konu (DI50)) domateste verim ve kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. İlkbahar yetiştirme sezonunda toplam verim FULL konusunda 110.9 t/ha ve 1PRD50 konusunda 86.6 t/ha olup aradaki fark istatiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yazarlar sulama suyu kullanım randımanını ise FULL konusunda 32.2 kg/m³ ve 1PRD50 konusunda 50.3 kg/m³ olarak belirlemişlerdir. Aynı miktar su uygulanmasına karşın DI konularına göre PRD konularından %7-10 daha fazla verim elde edilmiş ve meyve kalitesinin de arttığı gözlemlenmiştir.

Sezen ve ark. (2011) Mersin’de yürüttükleri çalışmalarında 6 farklı sulama (tam sulama (FI-100), kısıntılı sulama konuları (DI-25, DI-50, DI-75), kısmi kök kuruluşunu içeren (PRD-50) ve sulanmayan (RF)) konusunun damla sulama sistemi ile sulanan ayçiçeğinde kısmi kök kuruluşu ve kısıntılı sulama stratejilerinin tane ve yağ verimi, kalite ve su tüketimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. PRD-50 konusu tam sulama konusundan (FI-100) %36 daha az miktarda sulama suyu almasına karşın, verimdeki azalma yalnızca %15 olmuştur. DI-50 konusunda aynı miktar sulama suyunun uygulandığı PRD-50 konusundan daha az tane ve yağ verimi elde edilmiştir. Yazarlar su stresinin doymuş (palmitik ve stearik asit) ve doymamış (oleik ve linoleik asit) asit içeriklerini etkilediğini ifade etmişlerdir. PRD-50 konusunda her iki deneme yılında da en yüksek su kullanım (WUE:1.0 kg/m³) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE:1.4 kg//m³) elde edilmiştir. Sonuçta, kurak koşullarda PRD-50 sulama programının ayçiçeği verim ve kalitesini arttırmak için uygulanabilir bir strateji olduğu tespit edilmiştir.

Uçan ve Çapar (2014) Kahramanmaraş’ta kısmi kök kuruluşu sulama tekniğinin pamukta gövde çapı, bitki boyu, çiçek sayısı, koza sayısı, dökülme oranı ve kütlü verimi üzerine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada üç farklı sulama

konusu (tam ıslatmalı sulama (TS), sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu sulama (SK) ve alternatif kısmi kök kuruluğu sulama (AK)) ve dört farklı su uygulama seviyesi (Kcp_1 : 0.6, Kcp_2 : 0.8, Kcp_3 : 1.0 ve Kcp_4 : 1.2 şeklinde dört farklı bitki-pan katsayısı) uygulanmıştır. Sonuçta kısmi kök kuruluğu sulama tekniğinin gövde çapı, çiçek sayısı ve kütlü verimi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca TS konusuna göre SK ve AK konularında %32.5-39.3 daha az su kullanılmasına karşın kütlü veriminde ortalama %10 azalma elde edilmiştir.

Sezen ve ark. (2014) tarafından Tarsus'da karık ve damla sulama yöntemi altında kısıntılı sulama ve kısmi kök kuruluğu tekniği ile kırmızı biberin verim, su kullanım etkinliği (WUE), sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) ve bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerini belirlemek için bir çalışma yürütülmüştür. Damla sulama konularında verim, WUE ve IWUE değerleri karık sulamadan daha yüksek çıkmış, en yüksek WUE ve IWUE değerleri her iki yıl için alternatif kısmi kök kuruluğu konularında elde edilirken klasik kısıntılı sulama ve sabit kısmi kök kuruluğu onu takip etmiştir. CWSI damla sulama konularında ilk yıl 0.15-0.82 ve ikinci yıl 0.16-0.83 değerleri arasında değişmiştir. Çalışmada CWSI eşik değeri damla sulama için 0.26 ve karık sulama için 0.38 olarak önerilmiştir.

Sharma ve ark. (2015) damla sulama ile sulanan şili biberinde sera koşullarında yürüttükleri denemelerinde üç farklı sulama konusunun (kontrol (damla sulama), kısmi kök kuruluğu dikey (PRD_v, 20 cm yüzey altı damlama) ve alternatif kısmi kök kuruluğu (PRD_c, kök bölgesinin her bir yarısı 15 gün aralıklarla dönüşümlü olarak sulama) su tasarrufu, verimlilik ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. Sonuçta fotosentez oranı ve stoma iletkenliği tüm konularda benzer olup, kısmi kök kuruluğu konularında verimde önemli bir azalma olmadan %30'a kadar su tasarrufu sağlandığı ve sulama suyu kullanım etkinliğinin %31'e kadar arttığı ifade edilmiştir.

Hakeem ve ark. (2016) damla sulama yöntemi ile sulanan mısırdaki yürüttükleri tarla denemesinde dört farklı sulama konusunun (tam sulama (FI), kısıntılı sulama (DI), sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu (FPRD) ve alternatif kısmi kök kuruluğu (APRD)) büyüme ve verim parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Büyüme sezonu

boyunca FI konusunda uygulanan suyun yarısı DI, FPRD ve APRD konularında uygulanmıştır. Yazarlar bu üç konudaki su açığının bitki boyu, yaprak alanı ve biyokütle üretimini etkileyerek bitki büyümesinin önemli derecede engellediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bitkideki yaprak sayısı FI ve APRD konusunda eşitken diğer konularda önemli bir azalma görülmüş, bitki dane verimi FI konusundan, DI konusunda %29.3, FPRD konusunda % 27.5 ve APRD konusunda % 14.4 olarak daha az bulunmuştur. Sonuçta APRD, FPRD ve DI konuları karşılaştırıldığında en yüksek su kullanım randımanı, vejetatif büyüme ve dane veriminin APRD konusundan elde edildiği bildirilmiştir.

Giuliani ve ark. (2017) İtalya’da kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama tekniklerinin domatesde su kullanım etkinliği (WUE), bitki su stres indeksi (CWSI) ve kalite üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bitki su ihtiyacının tam karşılandığı tam sulama (IR₁₀₀), %70’inin verildiği kısıntılı sulama (IR_{70DI}), %70’inin verildiği kısmi kök kuruluğu (IR_{70PRD}) ve susuz (IR₀) olmak üzere dört farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. IR_{70DI} ve IR_{70PRD} konularına IR₁₀₀ konusundan %24 daha az su verilmesine rağmen verim IR_{70DI} konusunda % 16.2, IR_{70PRD} konusunda %7.6 azalmış, CWSI değeri konulara göre 0.3-0.8 arasında değişirken IR_{70PRD} konusunda IR_{70DI} konusuna göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Yazarlar WUE değerinin kısıntı miktarı arttıkça arttığını bildirirken IR_{70DI} ve IR_{70PRD} arasında önemli bir fark olmadığını ifade etmişlerdir.

Duraktekin ve ark. (2018) üç farklı sulama aralığı (SA₄:4, SA₈:8 ve SA₁₂:12 gün) ve altı farklı sulama düzeyinin (TS, KS75, KS50, PRD100, PRD75, PRD50) karpuzun verim, klorofil ile su ve sulama suyu kullanım etkinlikleriyle olan ilişkisini incelemek amacıyla Mersin’de bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada en yüksek verim 10.84 ton/da ile SA₄ TS konusundan ve en düşük verim ise 4.52 ton/da ile SA₁₂ PRD₅₀ konusundan elde edilmiştir. Çalışmada WUE 11.4-23,0 kg/m³ arasında değişirken IWUE 30.1-49.1 kg/m³ arasında değişmiştir. En yüksek WUE SA₄ KS₇₅, en yüksek IWUE SA₄ KS₅₀ konusundan elde edilmiştir. Yazarlar verim, WUE ve IWUE değerlerinin klasik kısıntılı sulama konularının tamamında kısmi kök kuruluğu konularından yüksek çıktığını, klorofil değerlerinin su stresi arttıkça düştüğünü bildirmişlerdir.

2.3. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Konusunda Yapılan Çalışmalar

Son yıllarda infrared termometre tekniği kullanılarak belirlenen yaprak sıcaklığı ile hesaplanan bitki su stres indeksi (CWSI) değerinden sulama programlamasında yararlanılmaktadır. Ülkemizde ve dünyada birçok araştırmacı tarafından çeşitli bitkiler üzerine farklı iklim ve bölge koşullarında yapılan çalışmalar sonucunda, CWSI'nın sulama programlarının hazırlanmasında kullanılabileceği belirtilmiştir (Kanemasu ve ark., 1983; Nielsen ve Gardner 1987, Williams ve ark., 1989, 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, Erdem ve ark. 2010, Kırnak ve ark. 2016, Tekelioğlu ve ark. 2017). Aynı araştırmacılar, CWSI ile sulama zamanının belirlenebileceğini, ancak, bu yöntemin uygulanacak sulama suyu konusunda bir fikir vermeyeceğini açıklamışlardır.

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.

Orta ve ark. (2003) bitki su stres indeksinin damla sulama yöntemiyle sulanan karpuzun sulama programlamasında kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla Tekirdağ'da bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada beş farklı sulama düzeyinin (kök bölgesinde tüketilen suyun T1 %100, T2 %75, T3 %50, T4 %25 ve T5 %0'ının karşılandığı) verim ve CWSI üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemenin ilk yılında en yüksek verim 90 t/ha ve CWSI 0.22, ikinci yılında ise verim 75 t/ha ve CWSI 0.26 olarak T1 konusundan bulunmuştur. Sulanmayan T5 konusunda CWSI değeri ilk yıl için 0.69 ve ikinci yıl için 0.82 olarak belirlenmiştir. Maksimum verim sulamadan önce 0.41 olan ortalama CWSI değerinden elde edilmiştir. Verim ile CWSI arasında bulunan $Y=91.143-66.077 \times CWSI$ eşitliğinin verim tahmininde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Payero ve Irmak (2008) sulama zamanı planlamasında infrared termometrenin dolayısıyla CWSI'nın 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 $T_c - T_a = 1.58 - 1.66 \times VPD$ olarak bulunmuştur.

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 taç-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 kullanılabilecek $Y = 2.731 - 2.034 \times CWSI$ doğrusal eşitliği elde edilmiştir.

Silva ve ark., (2007) Brezilya'da dört farklı sulama seviyesinin kavunda verim, su kullanım etkinliği ve bitki su stresi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %75 (T1) kontrol, %90 (T2), %80 (T3) ve %70'i (T4) kadar sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek verim değeri 30 380 kg/ha ile T2 konusundan ve en yüksek WUE değeri 56 kg/ha/mm ile T4 konusundan elde edilmiştir. CWSI değerleri 0.28 ile 0.39 arasında değişmiş olup maksimum verimin 0.35 değerinde elde edildiği ve sulamaya başlamak için eşik değer olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Verim ile CWSI arasında $Y = -38.881 \times CWSI + 24.293$ olan önemli bir ilişki bulunmuştur.

Köksal ve ark. (2010) Ankara'da yeşil fasulyenin sulama planlamasında bitki su stres indeksi (CWSI) ve yaprak su potansiyeli (YSP) kullanım olanaklarını araştırmak için bir çalışma yürütmüştür. A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının sırasıyla

%120, %90, %60, %30, %10 ve %0 katları su uygulanmıştır. Çalışmada bitki su tüketim değerleri 297.9 ile 874.2 mm arasında değişim göstermiştir. Çalışmada en yüksek verim değeri 30.36 t/ha olarak %90 sulama uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama CWSI değerleri ilk yıl için 0.25 ve ikinci yıl için 0.33 bulunmuş olup, 0.25 ile 0.50 arasında bir değere ulaştığında sulama yapılabileceği önerilmiştir. Ayrıca YSP değerinin -14 ile -18 bar ölçüldüğünde sulama için uygun aralık olduğu bildirilmiştir.

Erdem ve ark. (2010) tarafından Tekirdağ koşullarında yürütülen çalışmada, brokoli 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. Brokoli sulamasında CWSI değeri 0.61'e ulaştığında sulamaya başlanmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek $Y=2.731-2.034 \times CWSI$ doğrusal eşitliği elde edilmiştir. Ayrıca, bitki su stresi indeksi ile yaprak alan indeksi arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Kırnak ve ark. (2016) Kayseri'de damla sulama yöntemiyle sulanan çerezlik kabakta, bitki su stres indeksinin sulama planlamasında kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. CWSI eşik değeri 0.25 bulunmuştur. CWSI ile çekirdek verimi arasında $Y=-124.21 \times CWSI+163.37$ olan istatistiksel olarak güçlü seviyede bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Çalışmada İç Anadolu Bölgesinde çerezlik kabağın CWSI değerinin 0.25-0.30 olduğu durumda sulanabileceği bildirilmiştir.

Tekelioğlu ve ark. (2017) tarafından Antalya'da yürütülen çalışmada altı farklı kap buharlaşma katsayısı (0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 1.25) kullanarak sulanan soya fasulyesinin sulama planlamasında bitki su stres indeksi (CWSI) kullanım olanakları araştırılmıştır.

Mevsimlik bitki su tüketimi 218.4 ile 877.5 mm arasında değişim göstermiştir. Çalışmada üst baz çizgisi 4°C ve alt baz denklemi $T_c - T_a = -2.162 \times VPD - 2.051$ olarak hesaplanmıştır. Mevsimlik ortalama CWSI değerleri 0.20 ile 0.59 arasında değişim göstermiştir. Sulamaya başlanması için 0.40 CWSI değerinin kullanılabilceği önerilmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yerinin tanımı ve iklim özellikleri

Deneme, 2017 ve 2019 yetiştirme döneminde Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı 40° 33' kuzey enleminde, 36° 47' doğu boylamında, Tokat şehir merkezinin yaklaşık 7 km batısında ve deniz seviyesinden 589 m yüksektedir. Tokat yarı-nemli/kurak iklim sınıfına sahiptir (Cemek ve ark., 2007). Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Tokat merkezine ait 1960-2019 yılları arası uzun yıllar ile 2017 ve 2019 büyüme periyodunda ölçülen ortalama iklim verileri sırasıyla Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3'de verilmiştir. Tokat'ta en soğuk ay 1.7 °C ile Ocak, en sıcak ay ortalama 22.2 °C ile Ağustostur.

Çizelge 3.1. Tokat iline ait uzun yıllar ortalama iklim verileri (1960-2019)

Meteorolojik Veriler	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
T _{ort} (°C)	1.7	3.5	7.4	12.4	16.3	19.6	22.0	22.2	18.7	13.7	7.8	3.7
T _{mak} (°C)	6.1	8.5	13.3	19.1	23.5	26.8	29.1	29.6	26.5	20.7	13.6	8.0
T _{min} (°C)	-1.7	-0.5	2.6	6.7	10.2	13.2	15.6	15.8	12.3	8.3	3.4	0.4
RH _{ort} (%)	69.6	64.5	60.6	59.0	61.3	59.7	57.4	57.8	59.6	65.2	70.0	71.9
u ₂ (m/s)	1.6	1.8	2.0	1.9	1.6	1.6	1.8	1.8	1.6	1.3	1.3	1.5
GS (saat)	2.7	3.7	4.8	6.1	7.2	8.0	8.5	9.2	8.3	5.8	4.2	2.4
GŞ (MJ/m ² gün)	6.4	9.3	12.8	16.8	20.5	22.9	22.2	20.9	17.5	11.6	7.6	5.4
Yağış (mm)	41.5	32.9	41.0	54.6	58.7	38.8	12.2	7.6	18.3	38.1	43.2	46.5
ET ₀ (mm/ay)	32	41	72	102	131	149	166	160	120	75	43	34

T: Sıcaklık, RH: Bağıl Nem, u₂: Rüzgar Hızı (2 m yükseklikte), GS: Güneşlenme Süresi, GŞ: Güneşlenme Şiddeti, ET₀: Referans Evapotranspirasyon (FAO Penman-Monteith).

Yıllık ortalama sıcaklık 12.4 °C, bağıl nem % 63.1, 2 m yükseklikteki rüzgar hızı 1.6 m/s ve ortalama toplam yıllık yağış 433.4 mm'dir. Nisan ve Mayıs ayları genellikle yağışlı geçmekte olup en az yağış Temmuz ve Ağustos aylarında düşmektedir. Nisan ve Mayıs ayları uzun yıllar ortalama yağış miktarı sırasıyla 54.6 ve 58.7 mm, Temmuz ve Ağustos ayları uzun yıllar ortalama yağış miktarı ise sırasıyla 12.2 ve 7.6 mm olarak belirlenmiştir. Deneme alanında ölçülen aylık ortalama iklim verileri Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü arazisinde bulunan Vantage Pro2 meteoroloji istasyonundan ve Tokat Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Çizelge 3.2. 2017 büyüme periyoduna ait ortalama iklim verileri

Meteorolojik Veriler	May*	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki**
T _{ort} (°C)	16.6	20.4	23.7	25.1	22.3	12.8
RH _{ort} (%)	84.1	64.3	49.7	51.5	43.7	68.3
u ₂ (m/s)	1.9	1.6	2.2	2.5	1.9	1.8
GS (saat)	5.4	6.1	8.0	8.6	8.2	4.1
GŞ (MJ/m ² -gün)	17.7	24.3	25.0	22.0	19.3	12.1
Yağış (mm)	19.5	77.7	0.0	0.0	29.6	22.1
ET ₀ (mm/ay)	24	140	184	181	135	12

*: 26-31 Mayıs, **:1-5 Ekim, T: Sıcaklık, RH: Bağıl Nem, u₂: Rüzgar Hızı (2 m yükseklikte), GS: Güneşlenme Süresi, GŞ: Güneşlenme Şiddeti, ET₀: Referans Evapotranspirasyon (FAO Penman-Monteith).

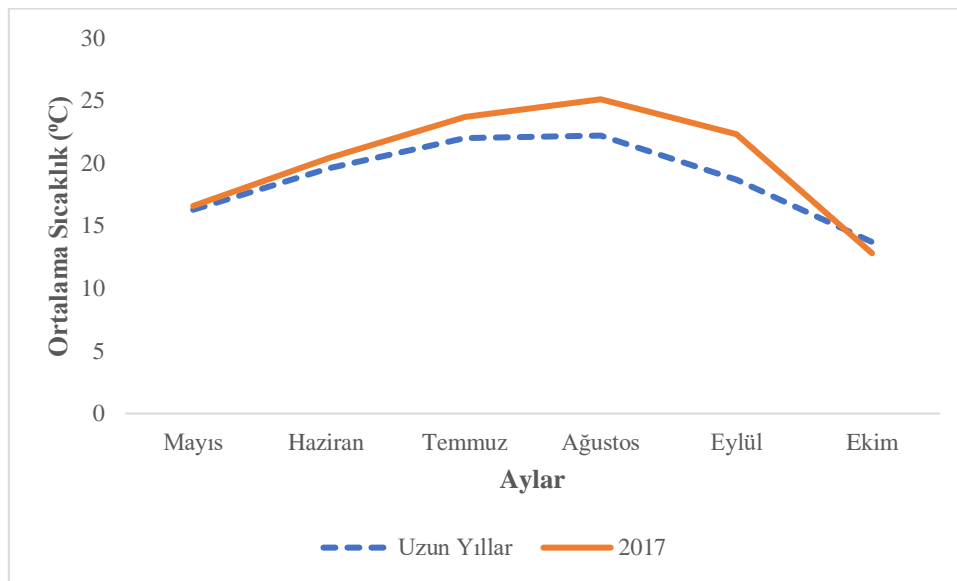
Yetiştirme dönemleri süresince Tokat uzun yıllar (1960-2019) ortalama iklim verileri, 2017 ve 2019 yılları verileri ile karşılaştırıldığında; 26 Mayıs-5 Ekim arasında uzun yıllar ortalama sıcaklık 18.8 °C olmuşken, 2017 yılında 20.2 °C olmuş, 17 Mayıs-25 Eylül arasında uzun yıllar ortalama sıcaklık 19.8 °C olmuşken, 2019 yılında 21.2 °C olmuştur.

Çizelge 3.3. 2019 büyüme periyoduna ait ortalama iklim verileri

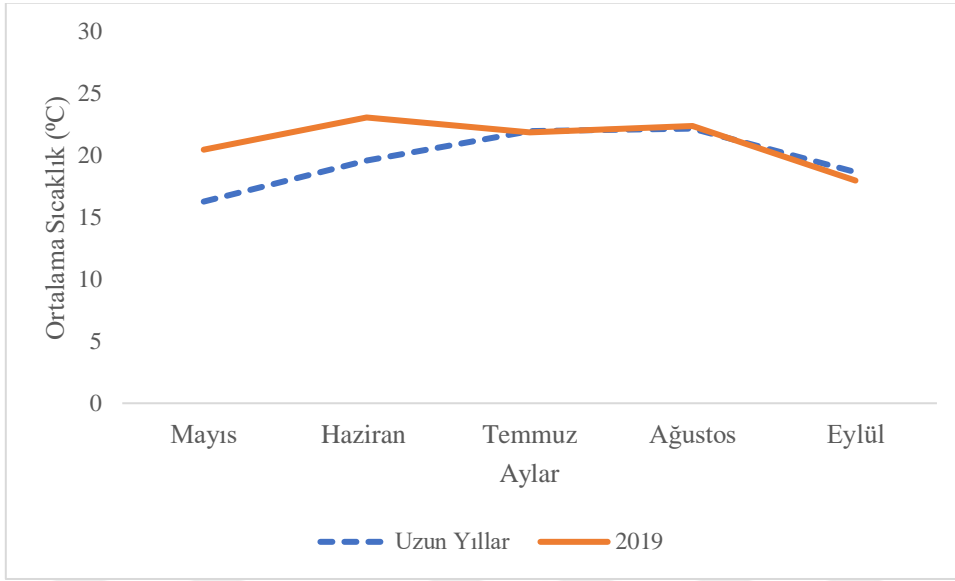
Meteorolojik Veriler	May*	Haz	Tem	Ağu	Eyl**
T _{ort} (°C)	20.5	23.1	21.9	22.4	18.0
RH _{ort} (%)	63,0	63.4	59.6	63.0	68,3
u ₂ (m/s)	1.4	1.7	2.0	2.2	1.2
GS (saat)	7.5	6.3	8.4	8.4	8.1
GŞ (MJ/m ² -gün)	23.2	23.6	22,9	21,4	18,1
Yağış (mm)	2.6	34.7	24.2	5.6	1.5
ET ₀ (mm/ay)	85	168	180	173	116

*: 17-31 Mayıs, **:1-25 Eylül, T: Sıcaklık, RH: Bağıl Nem, u₂: Rüzgar Hızı (2 m yükseklikte), GS: Güneşlenme Süresi, GŞ: Güneşlenme Şiddeti, ET₀: Referans Evapotranspirasyon (FAO Penman-Monteith).

MGM iklim değerlendirme raporlarına göre (MGM, 2020) ortalama sıcaklık bakımından 1971'den bugüne 49 yıllık kayıtlar incelendiğinde 2019 en sıcak dördüncü yıl ve 2017 en sıcak onuncu yıl olarak belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık karşılaştırmaları Şekil 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir.

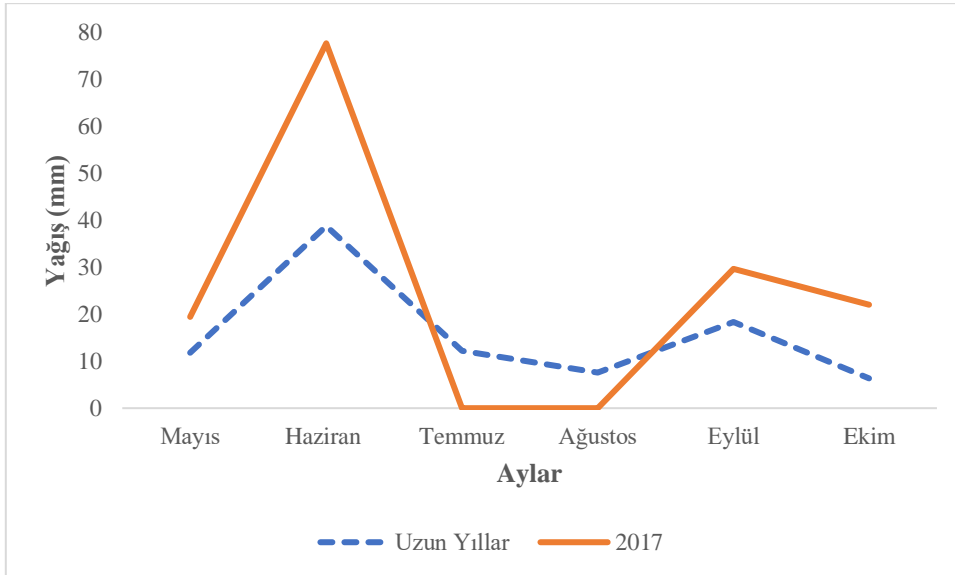


Şekil 3.1. Tokat uzun yıllar ile 2017 yılı ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması

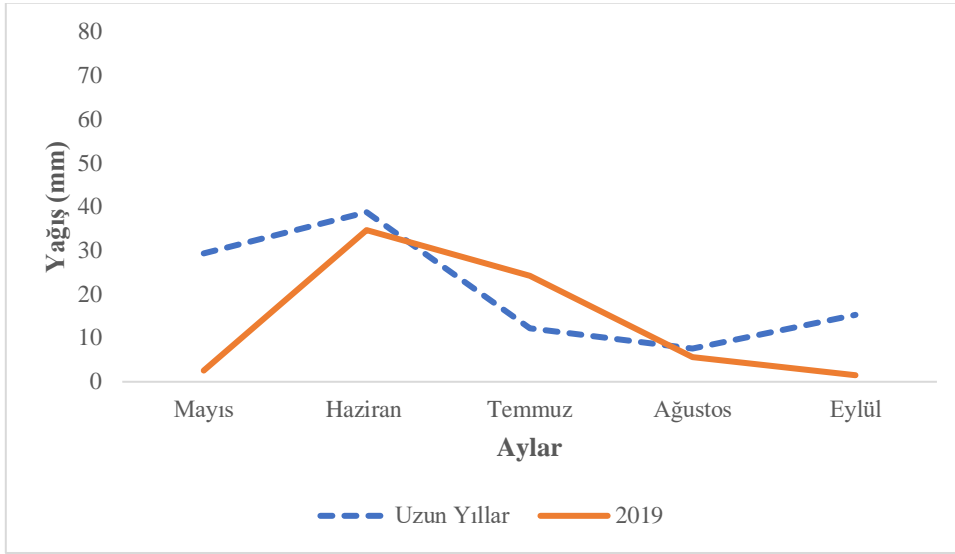


Şekil 3.2. Tokat uzun yıllar ile 2019 yılı ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması

Tokat yağış verileri incelendiğinde 26 Mayıs-5 Ekim arasında uzun yıllar toplam yağış miktarı 95 mm olmuşken, 2017 yılında 148.9 mm olmuş; 17 Mayıs-25 Eylül arasında uzun yıllar toplam yağış miktarı 103.2 mm olmuşken, 2019 yılında 68.6 mm olmuştur. Toplam yağış karşılaştırmaları Şekil 3.3 ve 3.4’de gösterilmiştir.

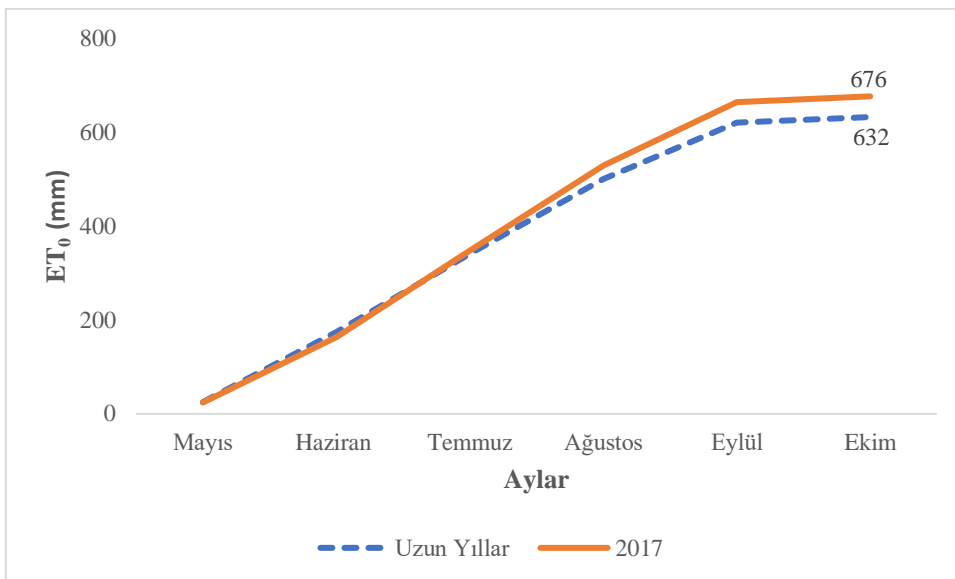


Şekil 3.3. Tokat uzun yıllar ile 2017 yılı toplam yağış miktarının karşılaştırılması

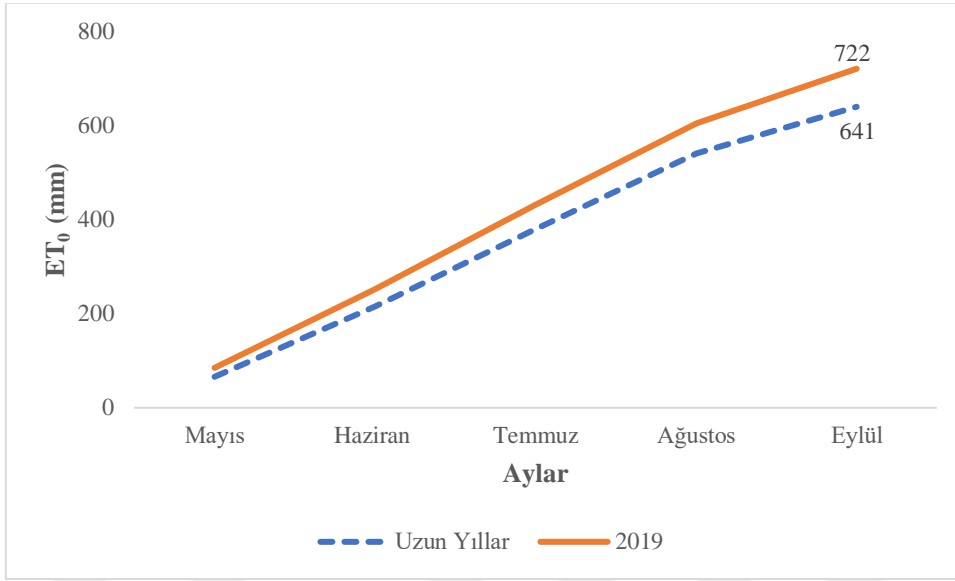


Şekil 3.4. Tokat uzun yıllar ile 2019 yılı toplam yağış miktarının karşılaştırılması

Tokat uzun yıllar birikimli referans bitki su tüketimi (ET_0), 2017 ve 2019 değerleri ile karşılaştırılarak Şekil 3.5 ve 3.6'da gösterilmiştir. 26 Mayıs-5 Ekim arasında uzun yıllar birikimli ET_0 632 mm iken 2017 yılında 676 mm olmuş, 17 Mayıs-25 Eylül arasında uzun yıllar birikimli ET_0 641 mm iken 2019 yılında 722 mm olmuştur. 2017 yetiştirme döneminde ET_0 uzun yıllara göre %7, 2019 yetiştirme döneminde ise %12.6 daha fazla olmuştur. MGM iklim değerlendirme raporlarında belirtildiği gibi 2019 ve 2017 yıllarının ortalamalardan sıcak olması ve güneşlenme süresi ET_0 değerlerini de artırmıştır.



Şekil 3.5. Tokat uzun yıllar ile 2017 yılı birikimli referans bitki su tüketimi karşılaştırılması



Şekil 3.6. Tokat uzun yıllar ile 2019 yılı birikimli referans bitki su tüketimi karşılaştırılması

3.1.2. Denemede kullanılan bitki materyali

Denemede bitki materyali olarak verim potansiyeli yüksek, meyveleri iri, basık, yuvarlak, derin dilimli, beyaz ve kurşuni kabuk renginde, meyve eti koyu turuncu renkli Sakarya Araştırma Enstitüsü tarafından tescil edilen Arıcan 97 kestane kabağı çeşidi (*Cucurbita maxima* Duch.) kullanılmıştır (Şekil 3.7). Bu çeşidin vejetasyon süresi 130-140 gündür. Bitkinin kök ve bitki yapısı güçlü ve sarılıcı gelişim göstermekte olup çiçekleri iridir. Ayrıca her bitkide erkek ve dişi çiçekler bulunmaktadır.



Şekil 3.7. Denemede kullanılan Arıcan 97 kabak tohumu

3.1.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri

Deneme konularının sulanmasında kullanılan, Tokat Kazova DSİ sol sahil sulama kanalından alınan sulama suyuna ilişkin analiz sonuçları Çizelge 3.4.'de ve Çizelge 3.5.'de verilmiştir. Her iki yıl için de sulama suyu kalitesi T₂A₁'dir.

Çizelge 3.4. 2017 yılı sulama suyu analiz sonuçları

EC (μ S/cm)	pH	KATYONLAR (me/l)				ANYONLAR (me/l)				Na (%)	SAR	Tuz Sınıfı	Alkalilik Sınıfı
		Na ⁺	K ⁺	Ca+Mg	Top.	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Top.				
553	7.00	0.39	0.08	6.28	6.75	3.36	1.80	1.59	6.75	5.86	0.22	T ₂	A ₁

Çizelge 3.5. 2019 yılı sulama suyu analiz sonuçları

EC (μ S/cm)	pH	KATYONLAR (me/l)				ANYONLAR (me/l)				Na (%)	SAR	Tuz Sınıfı	Alkalilik Sınıfı
		Na ⁺	K ⁺	Ca+Mg	Top.	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Top.				
468	7.93	0.12	0.06	6.60	6.78	1.62	0.66	4.50	6.78	1.81	0.07	T ₂	A ₁

3.1.4. Toprak özellikleri

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı arazisi düz ve düze yakın eğimlidir. Deneme alanından 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden fide şaşırtma öncesi alınan topraklara ait fiziksel ve kimyasal analizler Tüzüner ve ark. (1990)'a göre yapılmış ve Çizelge 3.6 ve 3.7'de verilmiştir. Toprakların tekstür sınıfı genel olarak killi tınılıdır. Topraklarda tuzluluk problemi bulunmayıp, pH değerleri 7.77-8.35 arasında, EC değerleri 147-390 μ S/cm arasında değişmektedir. Organik madde ve fosfor bakımından yetersiz, potasyum içeriği bakımından yeterlidir. Toprağın infiltrasyon hızı Cömert (2013) tarafından 20.3 mm/saat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.6. Deneme alanı topraklarının 2017 yetiştirme yılına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analizler	Derinlik (cm)		
	0-30	30-60	60-90
pH	8.35	8.08	8.24
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	196	234	147
CaCO ₃ (%)	5.11	5.85	5.85
Toplam tuz (%)	0.009	0.008	0.004
Bünye	Killi Tın	Killi Tın	Tın
Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	1.40	1.37	1.39
Tarla Kapasitesi (Ağırlık %'si)	29.1	30.8	27.6
Solma Noktası (Ağırlık %'si)	15.3	15.2	12.9
O. Madde (%)	0.99	0.96	0.55
P ₂ O ₅ (kg/da)	8.5	5.8	4.1
K ₂ O (kg/da)	46.8	20.1	11.7

Çizelge 3.7. Deneme alanı topraklarının 2019 yetiştirme yılına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

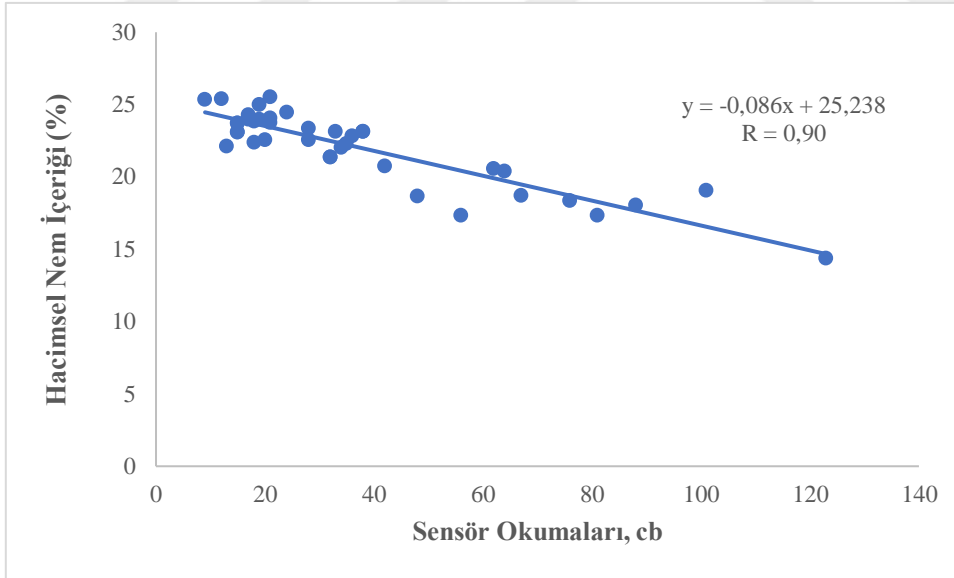
Analizler	Derinlik (cm)		
	0-30	30-60	60-90
pH	7.77	7.80	7.83
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	390	268	304
CaCO ₃ (%)	19.25	20.03	20.03
Toplam tuz (%)	0.023	0.015	0.015
Bünye	Killi tın	Killi Tın	Killi Tın
Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	1.41	1.39	1.39
Tarla Kapasitesi (Ağırlık %'si)	29.9	30.2	28.7
Solma Noktası (Ağırlık %'si)	15.8	14.9	13.0
O. Madde (%)	1.23	1.32	0.87
P ₂ O ₅ (kg/da)	7.2	3.0	2.3
K ₂ O (kg/da)	82.0	33.4	20.2

3.1.5. Toprak nem ölçümü ve kalibrasyon

Denemede toprak nemi takibi 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklere yerleştirilen toprak nem sensörü (Watermark 200SS, Irrrometer Co. Inc., California USA, Şekil 3.8) ile yapılmıştır. Parsellerin orta kısmına yerleştirilen sensörlerden okumalar yapılmış ve aynı anda alınan örneklerden nem değerleri gravimetrik olarak belirlenerek nem sensörleri kalibre edilmiş ve Şekil 3.9'da kalibrasyon eşitliği verilmiştir.



Şekil 3.8. Nem sensörü ve okuma ekranı görünümü

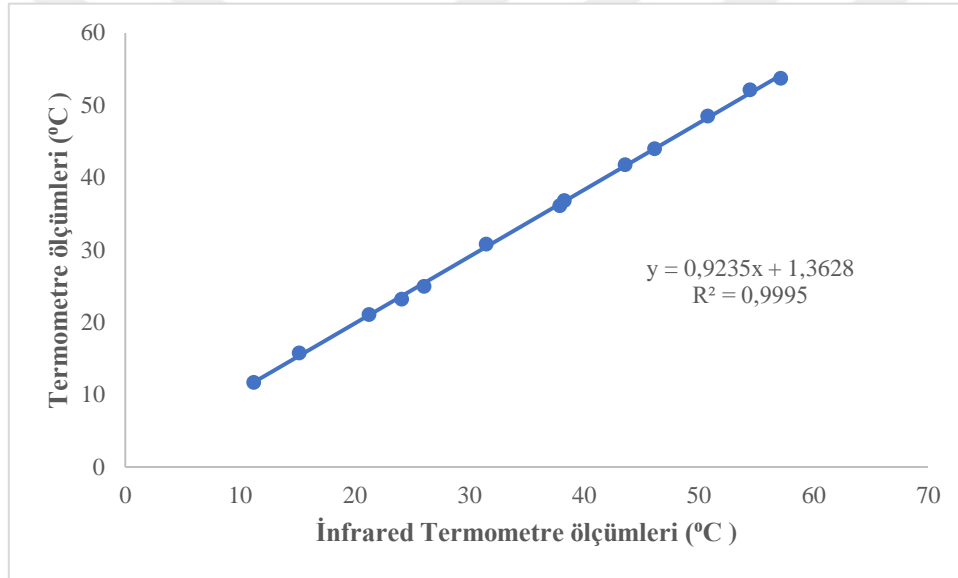


Şekil 3.9. Toprak nem sensörü okumalarına karşılık gelen hacimsel nem içeriği değerleri

3.2. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

3.2.1. İnfrared termometre

Çalışmada, bitki taç sıcaklığı ölçümünde, spektral tepki aralığı 8-14 µm, emisivitesi 0.1-1.0 aralığında ayarlanabilen, lazer görüşü tek nokta veya 12 noktali dairesel olarak değişebilen “Omega OS530HRE” model taşınabilir infrared termometre kullanılmıştır. Sıcaklığı ölçülebilen kara cisim ile kalibrasyon yapılmış olup (Fucs ve Tanner, 1966) grafiği Şekil 3.10’da verilmiştir.



Şekil 3.10. İnfrared termometre kalibrasyon grafiği

3.2.2. Yaprak su potansiyeli cihazı

Yaprak su potansiyeli ölçümleri çiçeklenme, meyve tutumu ve olgunlaşma dönemi olmak üzere üç kere basınç odası aleti (Model 615, PMS Instrument Company) kullanılarak her konudan en az üç yaprakta ölçüm olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.11). Sağlıklı ve yeni çıkan yapraklar seçilerek, ölçümler arazide saat 13:00-14:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Sapı kesilen yapraklar basınç odasına konularak sap kısmı dışarda bırakılmış ve su çıktığı andaki basınç değeri okunarak yaprak su potansiyeli değeri belirlenmiştir.



Şekil 3.11. Yaprak su potansiyeli ölçümünde kullanılan basınç odası aleti

3.2.3. Klorofilmetre

Klorofil içeriği (SPAD indeksi) sulamalara başladıktan sonra çiçeklenme, meyve tutumu ve olgunlaşma dönemi olmak üzere üç kere bir klorofil metre (Minolta, SPAD-502) aleti kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.12). Her parselde gelişimini tamamlamış üç yaprakta üç ölçüm yapılmış ve ortalaması alınmış ve SPAD birimi olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.12. Klorofil ölçümünde kullanılan klorofilmetre aleti

3.3. Yöntem

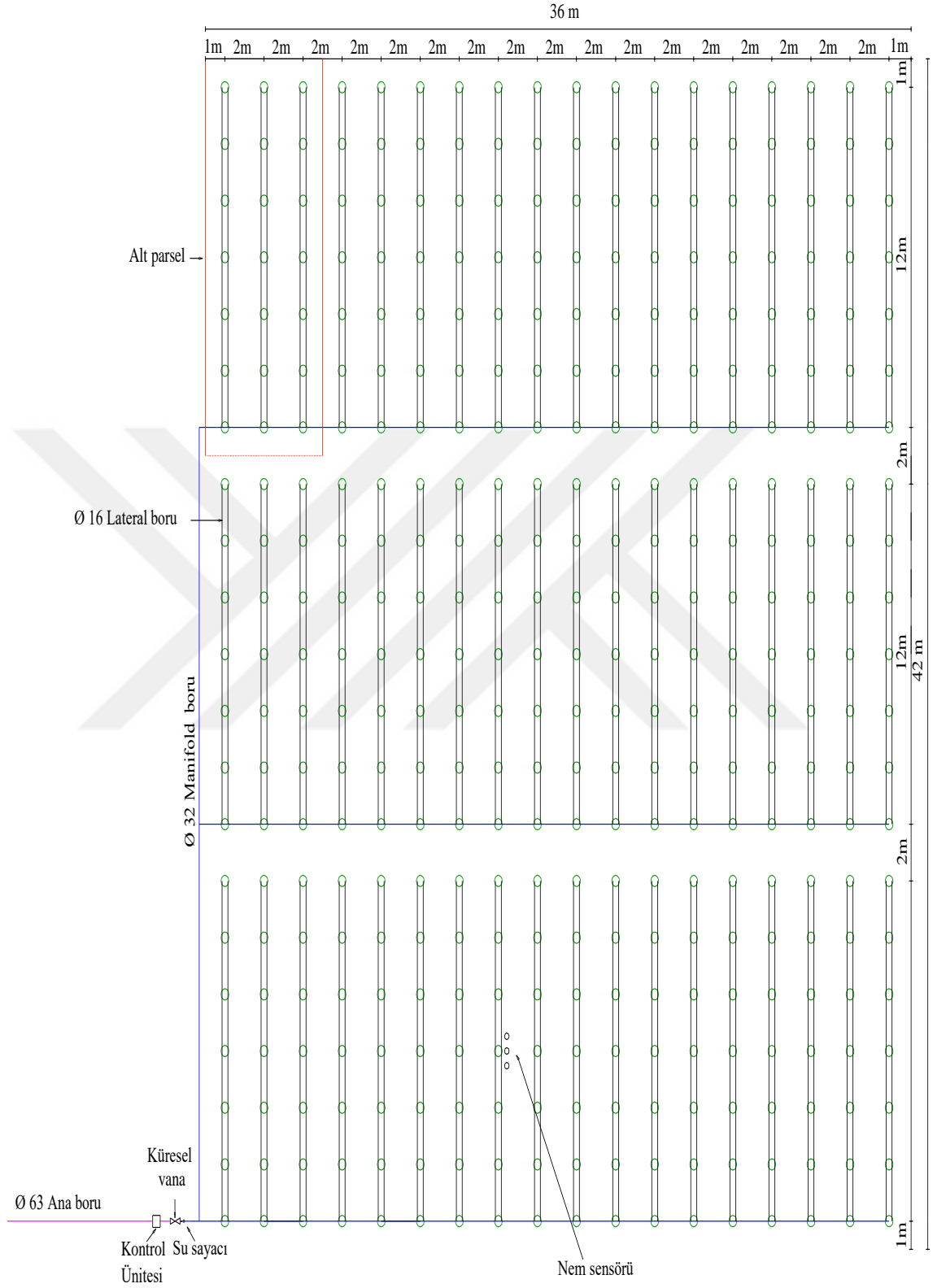
3.3.1. Deneme deseni ve deneme konuları

Deneme 2017 ve 2019 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulama konuları tam sulama (TS), iki kısıntılı sulama konusu (KS-30, KS-50), alternatif kısmi kök kuruluğu (AK), sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu (SK) ve susuz (SZ) konudur. Tam sulama (TS) tekniğinde, bitki sırasının her iki tarafına yerleştirilen laterallerden sulama yapılmıştır. Kısıntılı sulama konularına (KS-30, KS-50) TS konusuna verilen suyun %30 ve %50 eksiği uygulanarak iki lateralden sulama yapılmıştır. Alternatif kısmi kök kuruluğu (AK) tekniğinde TS konusuna verilen suyun %50'si uygulanarak; bitki sırasının her iki tarafına yerleştirilen laterallerden dönüşümlü olarak biriyle sulama yapılmış ve diğeriyle sulama yapılmamış, bir sonraki sulamada ise kuru kalan taraftaki lateralle sulama yapılmış önceki sulamada sulama yapan lateralle sulama yapılmamıştır. Sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu (SK) tekniğinde ise TS konusuna verilen suyun %50'si uygulanarak; sürekli olarak bir taraftaki lateralden sulama yapılmıştır. Çizelge 3.8'de deneme konuları verilmiştir.

Çizelge 3.8. Deneme konuları ve gösterim şekli

Konu	Simge	Sulama Seviyeleri
Tam sulama	TS	Kontrol
Kısıntılı sulama	KS-30	%30 kısıntı
Kısıntılı sulama	KS-50	%50 kısıntı
Alternatif kısmi kök kuruluğu	AK	%50 kısıntı
Sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu	SK	%50 kısıntı
Susuz	SZ	%100 kısıntı

Kestane kabağı fideleri 4-5 yapraklı oldukları d6nemde 2.0×2.0 m sıra arası ve sıra 7zeri aralıklarla dikilmiştir. Her parselde 3 bitki sırası ve bu sıralarda 7 bitki yer almıştır. Her bir parsel kenarlarındaki iki sıra ile her sıranın baş ve sonundaki birer bitki kenar tesiri olarak ayrılarak orta sıradaki 5 bitki 7zerinden g6zlemler yapılmıştır. Her bir parselin boyutu 84 m² (6×14) ve deneme (36×42) toplam 1512 m² alanda y7r7t7lm7ştir (şekil 3.12). Deneme alanından genel bir plan şekil 3.13'de verilmiştir. Kulaklı pulluk ile işlenen toprak tava gelince goble-disk ve arkasından tapan 7ekilerek fide dikimine uygun hale getirildikten sonra toprak analiz sonu7ları dikkate alınarak; 12 kg/da N, 12 kg/da P₂O₅ ve 10 kg/da K₂O olacak şekilde g7bre uygulanmıştır. Fosforlu ve potaslı g7breler ekimden 6nce, azotlu g7breler ise 77 eşit miktara b6l7nerek ilk azot dozu taban g7bresi, ikinci azot dozu 77eklenme aşamasına gelindiğinde ve son azot dozu ise t7m parsellerde %50 meyve tutumu g6r7ld7đ7nde verilmiştir. G7brenin verilmesinde fertigasyon tekniğinden yararlanılmıştır. 7izelge 3.9'da denemede yapılan tarımsal işlemler a7ıklanmıştır. Tarımsal uygulamalara ilişkin g6r7nt7ler şekil 3.14'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Kestane kabağı deneme planı

Çizelge 3.9. 2017 ve 2019 yetiştirme periyodunda yapılan tarımsal uygulamalar

Tarih	Tarımsal uygulamalar	Tarih	Tarımsal uygulamalar
14.04.2017	Pulluk ile derin sürüm	08.04.2019	Pulluk ile derin sürüm
28.04.2017	Viyollere tohum ekimi	25.04.2019	Viyollere tohum ekimi
12.05.2017	1.5 da alana 39.4 kg DAP gübresinin verilmesi	04.05.2019	1.5 da alana 39.4 kg DAP gübresinin verilmesi
18.05.2017	Kesekler kırılarak arazinin fide dikimine hazırlanması için kürüm çekilmesi	14.05.2019	Kesekler kırılarak arazinin fide dikimine hazırlanması için kürüm çekilmesi
22.05.2017	Parselizasyon ve damla sulama sisteminin kurulması	15.05.2019	Parselizasyon ve damla sulama sisteminin kurulması
26.05.2017	Fide dikimi	17.05.2019	Fide dikimi
07.06.2017	Nem sensörlerinin araziye yerleştirilmesi	29.05.2019	İlk çapalama ve boğaz dolumu
09.06.2017	İlk çapalama ve boğaz dolumu	11.06.2019	Nem sensörlerinin araziye yerleştirilmesi
25.06.2017	İkinci çapalama	17.06.2019	İkinci çapalama
30.06.2017	Programlı sulamanın başlaması	26.06.2019	Programlı sulamanın başlaması
10.07.2017	1858 g Amonyum nitrat gübresinin verilmesi	02.07.2019	1858 g Amonyum nitrat gübresinin verilmesi
04.08.2017	1858 g Amonyum nitrat gübresinin verilmesi	28.7.2019	1858 g Amonyum nitrat gübresinin verilmesi
25.08.2017	Son sulamanın yapılması	20.08.2019	Son sulamanın yapılması
05.10.2017	Hasat	25.09.2019	Hasat



Şekil 3.14. Tarımsal uygulamalardan görüntüler

3.3.2. Sulama sistemi

Kestane kabağı damla sulama yöntemi ile sulanmıştır. Yıldırım (2013)'ün belirttiği esaslara göre sulama sistemi projelenmiştir. Lateral boru çapı 16 mm, damlatıcı aralığı 0.33 m ve debisi 2 L/h seçilmiş olup her sıraya iki lateral hat döşenmiştir. Ana boru çapı 63 mm ve manifold boru çapı 32 mm'dir. Kontrol birimi elek filtre, gübre tankı, basınç regülatörü, su sayacı ve manometreden oluşmuştur.

3.3.3. Sulama zamanının belirlenmesi

Tam sulama konularında bitkinin etkili kök bölgesindeki (0.9 m) kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulama yapılmıştır. Sulama programı bitki kök bölgesindeki kullanılabilir toprak neminin eksilen kısmının tekrar verilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her parselde uygulanacak sulama suyu miktarı Eşitlik 3.1'e göre belirlenmiştir

$$I = (\theta_{tk} - \theta_i) \cdot D \cdot P \quad (3.1)$$

Eşitlik 3.1'de I sulama suyu miktarı (mm), θ_{tk} toprağın tarla kapasitesi hacimsel nem içeriği (cm^3/cm^3), θ_i sulama öncesi hacimsel nem içeriği (cm^3/cm^3), D bitki etkili kök derinliği (mm) ve P ıslatılan alan yüzdesidir. Deneme alanında yapılan ölçümlerde ıslatılan alan yüzdesi %53 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan I değeri sulanacak alan (m^2) ile çarpılıp litre cinsine çevrilerek su sayacı vasıtasıyla uygulanmıştır.

3.3.4. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Referans bitki su tüketimi (ET_0) Eşitlik 3.2'de Allen ve ark. (1998)'na göre verilen FAO Penman-Monteith eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (3.2)$$

Eşitlik 3.2’de; ET_0 referans bitki su tüketimi (mm), R_n net radyasyon ($MJ/m^2/gün$), G toprak ısı akısı ($MJ/m^2/gün$), T ortalama hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), u_2 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s), e_s doymun buhar basıncı (kPa), e_a gerçek buhar basıncı (kPa), $e_s - e_a$ doymun buhar basıncı açığı (kPa), Δ buhar basıncı eğrisinin eğimi ($kPa/^{\circ}C$) γ psikrometrik sabite ($kPa/^{\circ}C$)’dir.

Bitki su tüketimi Allen (1998) tarafından verilen su dengesi eşitliğinden yararlanılarak Eşitlik 3.3 ile hesaplanmıştır.

$$ET = I + P - D + C - R \pm \Delta S \quad (3.3)$$

Eşitlik 3.3’de; ET bitki su tüketimi (mm), I derinlik cinsinden sulama suyu miktarı (mm), P etkili yağış miktarı (mm), D derine sızma (mm), C kapillar yükselme miktarı (mm), R yüzey akış miktarı (mm), ΔS toprak profilindeki nem değişimini (mm) belirtmektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından kapillar yükselme olmayacağı varsayılarak C değeri göz önüne alınmamıştır. Her sulamada eksilen nem tarla kapasitesine tamamlandığı için derine sızma kaybı olmamıştır. Denemede basınçlı sulama sistemi kullanıldığı için yüzey akış miktarı da ihmal edilmiştir (Kanber 1997).

3.3.5. Bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi

Araştırmada, bitki su stresinin belirlenmesi amacıyla, bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde Omega OS530HR model emissivite katsayısı 0.98 olarak ayarlanmış taşınabilir infrared termometre kullanılmıştır (Şekil 3.15). Taç sıcaklığı ölçümleri 2019 yetiştirme döneminde sulamadan önce ve sonra havanın tamamen açık olup güneşin bulutlar tarafından engellenmediği her gün saat 12:00-14:00 arasında yapılmıştır. Her parselde 3 tekrarlı dört yönden güneşi tam görebilen yaprakta yapılan 12 ölçümün ortalama değeri taç sıcaklığı olarak alınmıştır.



Şekil 3.15. Taç sıcaklığının infrared termometre ile ölçümü

Buhar basıncı açığı, doymun ve gerçek buhar basıncı değerleri hava sıcaklığı ve bağıl nem değerlerinden Allen (1998)'e göre aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

$$e_s = 0.6108 \times \exp [17.27T/(T + 237.3)] \quad (3.4)$$

$$e_a = e_s \times (RH/100) \quad (3.5)$$

$$VPD = e_s - e_a \quad (3.6)$$

Eşitlikte e_s doymun buhar basıncı (kPa), e_a gerçek buhar basıncı (kPa), T sıcaklık (°C), RH bağıl nem (%) ve VPD buhar basıncı açığıdır (kPa).

Bitki su stresi indeksi (CWSI) Idso ve ark. (1981)'de belirtilen Eşitlik 3.7 ile hesaplanmıştır.

$$CWSI = [(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_\ddot{u}]/[(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_A] \quad (3.7)$$

Eşitlik 3.7'de T_c bitki taç sıcaklığı (°C), T_a hava sıcaklığı (°C), $(T_c - T_a)_\ddot{u}$ bitkinin tamamen stres altında olduğu üst sınır ve $(T_c - T_a)_A$ bitkide su stresinin olmadığı alt sınır değeridir. Üst baz çizgisi susuz konudan, alt baz çizgisi tam sulanan konudan elde edilmiştir.

3.3.6. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanının belirlenmesi

Su kullanım randımanlarının belirlenmesinde Howell ve ark. (1990) 'da verilen Eşitlik 3.8 ve 3.9 kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$IWUE = E_y/I \quad (3.8)$$

$$WUE = E_y/E_T \quad (3.9)$$

Eşitliklerde IWUE sulama suyu kullanım randımanı (kg/m^3), WUE su kullanım randımanı (kg/m^3), E_y ekonomik verim (kg/da), E_T bitki su tüketimi (mm) ve I sulama suyu (mm) miktarıdır.

3.3.7. Verim tepki faktörünün belirlenmesi

Bitki su tüketimindeki değişim ile oluşan oransal eksilmeye, verimdeki eksilme arasındaki ilişkiyi tanımlayan verim tepki faktörü (k_y) Eşitlik 3.10 yardımıyla elde edilmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3.10)$$

Eşitlik 3.10'da Y_a gerçek verim (kg/da), Y_m maksimum verim (kg/da), k_y verim tepki etmeni, ET_a gerçek su tüketim değeri (mm) ve ET_m maksimum su tüketim değerini (mm) göstermektedir.

3.4. Yapılan Gözlem, Ölçüm ve Analizler

3.4.1. Yaprak oransal su kapsamının belirlenmesi

Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) sulamadan önce tüm konularda gelişimi tamamlamış üç yaprak örneğinde sabah erken saatlerde Eşitlik 3.11 ile belirlenmiştir (Bowman, 1989). YOSK çiçeklenme, meyve tutumu ve olgunlaşma dönemi olmak üzere toplam üç defa her konudan iki bitkiden üçer yaprak üzerinde hesaplanmıştır.

$$YOSK = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100 \quad (3.11)$$

Eşitlik 3.11'de FW taze yaprak ağırlığı, TW 6 saat saf suda bekletilerek elde edilen turgor durumundaki yaprak ağırlığı ve DW 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar (24-48 saat) kurutulan kuru yaprak ağırlığıdır.

3.4.2. Bitki başına meyve sayısı

Her bitkiden hasat edilen toplam meyve sayısı adet olarak belirlenmiştir.

3.4.3. Ortalama meyve ağırlığı

Her bir parselden hasat edilen meyvelerin ağırlıkları terazide tartılıp meyve sayılarına bölünerek hesaplanmıştır.

3.4.4. Meyve boyu

Her bir parselden hasat edilen meyvelerin çiçek burnu ile sap çukuru arasındaki mesafe ölçülmüştür.

3.4.5. Meyve eni

Her bir parselden hasat edilen meyvelerin eni ölçülmüştür.

3.4.6. Verim

Her bir parselden hasat edilen meyvelerin ağırlıklarının toplanması ve dekara oranlanmasıyla tespit edilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Hasat edilen meyvelerin toplanması ve ölçümlerin yapılması

3.4.7. Titrasyon asitliği

Meyvenin asitliği, titrasyon asitliği yöntemiyle belirlenerek % olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

3.4.8. pH

Homojenizatör ile pre haline getirilen meyveler pH-metre yardımıyla doğrudan cam elektrot daldırılarak ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2007).

3.4.9. Suda znebilir kuru madde (SÇKM)

Meyveler homojenize edildikten sonra kaba filtre kağıdından geçirilerek ilk damlalar saf suya göre kalibre edilmiş el refraktometresi ile sonuçlar belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2007).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fenolojik Gözlem Sonuçları

Çalışmanın yürütüldüğü 2017 ve 2019 yılları kestane kabağı gelişme dönemleri başlangıç ve bitiş tarihleri ve toplam süreleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. 2017 yılında ilk erkek çiçek dikimden 26 gün sonra ve ilk dişi çiçek dikimden 40 gün sonra görülürken, 2019 yılında erkek çiçek dikimden 29 gün sonra ve ilk dişi çiçek dikimden 44 gün sonra görülmüştür. Denemede vejetatif gelişme dönemi 2017’de 32 gün, 2019’da 31 gün, çiçeklenme dönemi 2017’de 34 gün, 2019’da 32 gün, meyve tutumu dönemi 2017’de 31 gün, 2019’da 34 gün ve olgunlaşma dönemi 2017’de 36 gün, 2019’da 34 gün olmak üzere dikimden hasada kadar geçen süre 2017 yılında 133 gün ve 2019 yılında 131 gün olarak gerçekleşmiştir. Çiçeklenme ve hasat dönemleri Aslan (2017) ile benzerlik göstermiştir. Allen ve ark. (1998) ise kışlık kabak için başlangıç dönemini 25 gün, gelişme dönemini 35 gün, orta dönemi 35 gün ve son dönemi 25 gün olmak üzere toplam gelişme süresini 120 gün olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.1. Kestane kabağı gelişme dönemleri uzunlukları

Büyüme dönemleri	Başlangıç tarihi	Bitiş tarihi	Geçen süre (gün)
Vejetatif gelişme (VG)	25 Mayıs 2017	26 Haziran 2017	32
	17 Mayıs 2019	17 Haziran 2019	31
Çiçeklenme dönemi (ÇD)	26 Haziran 2017	30 Temmuz 2017	34
	17 Haziran 2019	18 Temmuz 2019	32
Meyve Tutumu dönemi (MT)	30 Temmuz 2017	30 Ağustos 2017	31
	18 Temmuz 2019	22 Ağustos 2019	34
Olgunlaşma dönemi (O)	30 Ağustos 2017	5 Ekim 2017	36
	22 Ağustos 2019	25 Eylül 2019	34
Hasat (H)	26 Mayıs 2017	5 Ekim 2017	133
	17 Mayıs 2019	25 Eylül 2019	131

4.2. Sulama ve Bitki Su Tüketimi

Çalışmanın ilk yılında fide dikiminden sonra 25 Mayıs tarihinde 8.0 mm can suyu verilmiş olup programlı sulamalara 30 Haziran'da başlanmış ve 23 Ağustos'ta son verilmiştir. 2019 yılında ise Mayıs ayında düşen yağış miktarının yetersiz olması sebebiyle 17 Mayıs'ta 14.0 ve 26 Mayıs'ta 11.7 mm olmak üzere toplam 25.7 mm can suyu verilmiştir. Programlı sulamalar 26 Haziran'da başlamış ve 15 Ağustos'ta bitirilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarları 2017 yılı için Çizelge 4.2'de, 2019 yılı için ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Her iki yılda da can suyu hariç toplam 10 sulama yapılmıştır. 2017 yılında uygulanan toplam sulama suyu miktarı konulara göre 8.0 ile 282.5 mm arasında ve 2019 yılı için 25.7 ile 350.5 mm arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.2. 2017 yılında konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Konular		TS	KS-30	KS-50	AK	SK	SZ
Can suyu	25.05.2017	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	30.06.2017	30.6	21.4	15.3	15.3	15.3	0
	10.07.2017	28.4	19.9	14.2	14.2	14.2	0
	16.07.2017	21.4	15.0	10.7	10.7	10.7	0
	21.07.2017	27.1	19.0	13.6	13.6	13.6	0
Programlı Sulama	27.07.2017	28.2	19.7	14.1	14.1	14.1	0
Sulama	2.08.2017	27.3	19.1	13.7	13.7	13.7	0
	7.08.2017	27.2	19.1	13.6	13.6	13.6	0
	13.08.2017	31.9	22.4	16.0	16.0	16.0	0
	18.08.2017	30.5	21.3	15.2	15.2	15.2	0
	23.08.2017	21.9	15.3	10.9	10.9	10.9	0
Toplam		282.5	200.2	145.3	145.3	145.3	8.0

Çizelge 4.3. 2019 yılında konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Konular		TS	KS-30	KS-50	AK	SK	SZ
Can suyu	17.05.2019	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	26.05.2019	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
Programlı Sulama	26.06.2019	34.0	23.8	17.0	17.0	17.0	0
	01.07.2019	32.9	23.0	16.5	16.5	16.5	0
	06.07.2019	36.4	25.4	18.2	18.2	18.2	0
	12.07.2019	30.0	21.0	15.0	15.0	15.0	0
	22.07.2019	37.8	26.5	18.9	18.9	18.9	0
	28.07.2019	32.8	23.0	16.4	16.4	16.4	0
	01.08.2019	33.8	23.7	16.9	16.9	16.9	0
	06.08.2019	31.0	21.7	15.5	15.5	15.5	0
	10.08.2019	23.1	16.1	11.6	11.6	11.6	0
	15.08.2019	33.0	23.1	16.4	16.4	16.4	0
Toplam		350.5	253.0	188.1	188.1	188.1	25.7

2017 ve 2019 gelişme dönemlerinde su bütçesi eşitliğinden elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 148.9 mm ve 68.6 mm yağış düşmüştür. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 2017 yılında 178.7 mm ile 433.8 mm arasında ve 2019 yılı içinse 230.1 mm ile 472.5 mm arasında değişim göstermiştir. Çizelge 4.4’te verilen bitki su tüketimi değerleri dikkate alındığında, her iki yılda en yüksek bitki su tüketimi değerleri TS konusunda ve en düşük SZ konusunda elde edilmiştir. TS konusuna göre %30 kısıntı yapılan KS-30 konusunda ilk yıl %22.4 ve ikinci yıl %15.1, %50 kısıntı yapılan KS-50 konusunda ilk yıl %29.9 ve ikinci yıl %18.5, %50 kısıntı yapılan AK konusunda ilk yıl

%31.3 ve ikinci yıl %24.2, %50 kısıntı yapılan SK konusunda ilk yıl %32.8 ve ikinci yıl %20.8, SZ konusunda ise ilk yıl %58.8 ve ikinci yıl ise %51.3 daha az bitki su tüketimi ölçülmüştür. Fandika ve ark. (2011) tarafından Yeni Zelanda’da yürütülen çalışmada tam sulama uygulanan kışlık kabak bitkisine 175 mm sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketim değeri 407.6 mm olarak belirlenirken sulanmayan konu için 255.1 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmada hesaplanan 178.7-472.5 mm arasında değişen bitki su tüketimi değerleri, çerezlik kabakta 194.2-660.2 mm arasında değişen (Yavuz ve ark. 2015, Sekendur 2017, Kırnak ve ark. 2019) ve yazlık kabakta 222.4-575.8 mm arasında değişen (Klosowski ve ark. 1999, Ertek ve ark. 2004, Amer 2011, Özer 2012, Kuslu ve ark. 2014) bitki su tüketimi değerleriyle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.4. Konulara göre hesaplanan mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm)

Yıl	Konu	Topraktaki nem değişimi (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Yağış (mm)	Bitki su tüketimi (mm)
2017	TS	2.4	282.5	148.9	433.8
	KS-30	-12.3	200.2		336.8
	KS-50	10.1	145.3		304.3
	AK	3.8	145.3		298.0
	SK	-2.9	145.3		291.3
	SZ	21.8	8.0		178.7
2019	TS	53.4	350.5	68.6	472.5
	KS-30	79.5	253.0		401.1
	KS-50	128.6	188.1		385.3
	AK	101.4	188.1		358.1
	SK	117.4	188.1		374.1
	SZ	135.8	25.7		230.1

4.3. Pazarlanabilir Meyve Verimi

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen pazarlanabilir meyve verimi 2 220-5 230 kg/da arasında değişmiştir. Denemede en yüksek verim TS konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 4 036.2 ve 5 230 kg/da, en düşük verim ise SZ konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 2 220 ve 2 988.5 kg/da olarak elde edilmiştir. %50 kısıntı uygulanan ve bitkinin kök bölgesinin her iki tarafında su uygulanan KS-50 konusunda, %50 kısıntı uygulanan ve bitkinin kök bölgesinin tek tarafına su uygulanan SK ve her iki tarafına dönüşümlü olarak su uygulanan AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %6.8 ve %1.9 daha az verim elde edilirken, 2019 yılında sırasıyla %14.4 ve %15.9 daha fazla verim elde edilmiştir. Kısmi kök kuruluğu stratejileri kıyaslandığında SK konusunda AK konusuna göre 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla %4.8 ve %1.8 daha fazla verim elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık 2017 yılında önemli ($p<0.01$), 2019 yılında önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Pazarlanabilir verime ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	47404.223	23702.111	0.141öd
	Sulama Seviyesi	5	5165680.070	1033136.014	6.163**
	Hata	10	1676330.567	167633.057	
	Genel	17	120565.900		
2019	Blok	2	553954.986	276977.493	0.401öd
	Sulama Seviyesi	5	0.0000001	2052782.068	2.973öd
	Hata	10	6903652.254	690365.225	
	Genel	17	0.00000018		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Kestane kabağında su stresi pazarlanabilir verimi azaltmıştır. Farlılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.6) göre 2017 yılında TS birinci grupta, KS-30, KS-50, SK ve AK ikinci grupta ve sulama suyu uygulanmayan SZ konusu son grupta yer almıştır.

Çizelge 4.6. Konulara göre ortalama pazarlanabilir verim değerleri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Pazarlanabilir verim (kg/da)
2017	TS	4036.2a
	KS-30	3198.0b
	KS-50	2887.0bc
	SK	3082.9b
	AK	2943.0b
	SZ	2220.0c
2019	TS	5230.0
	KS-30	5005.0
	KS-50	4764.9
	SK	4078.8
	AK	4005.6
	SZ	2988.5

Kestane kabağında yürütülen çalışmalarda verim değeri değişkenlik göstermiştir. Özseven (2010) Arıcan 97 kestane kabağı veriminin 2 500-5 000 kg/da aralığında olduğunu bildirmiştir. Aslan (2017) farklı lokasyonlarda ve farklı çeşit adayları üzerine yaptığı araştırmada kestane kabağı genotiplerinde verim değerini 1 665-2 135 kg/da, Arıcan 97 çeşidinde ise 1 880 kg/da olarak belirlemiştir. Verim değerindeki farklılıkların

ekolojik koşullar, sulama, gübreleme ve ekim sıklığı durumuna göre değiştiği düşünülmektedir.

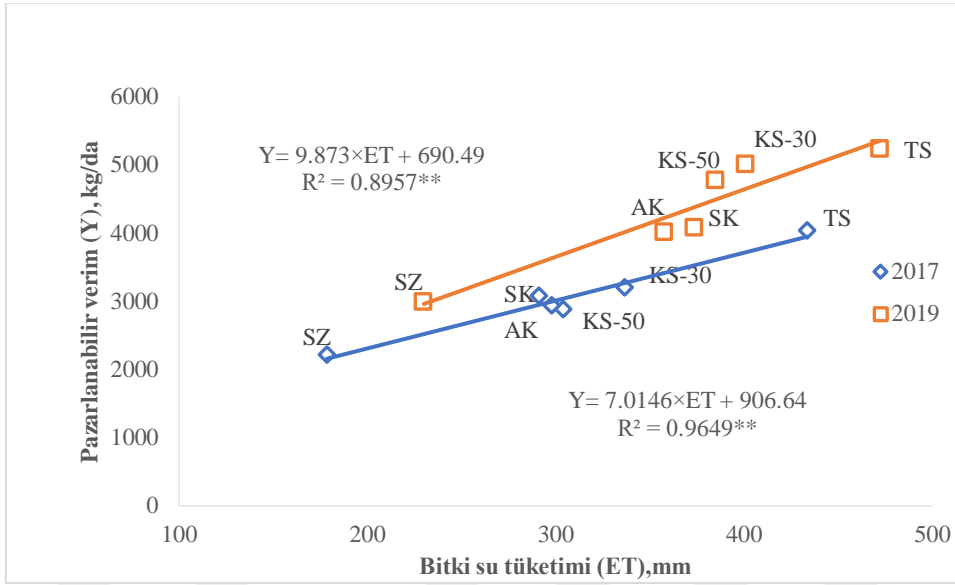
Wetzel ve Stone (2019) kışlık kabak veriminin farklı dikim sıklıklarında susuz koşulda 9.58-37.50 t/ha, sulu koşulda ise 27.89-51.42 t/ha arasında değiştiğini belirtmiştir. En yüksek verim hibrit (Tetsukabuto) çeşitten elde edilmiştir.

Birçok araştırmacı farklı ürünlerde kısmi kök kuruluğu tekniğinden elde edilen verim değerinin kısıntılı sulama ile elde edilenden daha yüksek olduğunu bildirirken (Kırda ve ark. 2004, Sezen ve ark. 2011, Uçan ve Çapar 2014, Sharma ve ark. 2015, Hakeem ve ark. 2016, Giuliani ve ark. 2017), Farag ve Ferriare (2018) yazlık kabakta kısıntılı sulama ile kısmi kök kuruluğu stratejileri arasında verim açısından önemli bir fark bulunmadığı ve kısmi kök kuruluğu sisteminin bir avantaj sağlamadığını ifade etmiştir. Duraktekin (2018) kabakgiller familyasından karpuzda, kısıntılı sulama ile elde edilen verim değerinin kısmi kök kuruluğu teknikleriyle elde edilenden daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Fandika (2011) ile Wetzel ve Stone (2019) kışlık kabakta, Ertek (2004), Al-Omran (2005), Özer (2012) ve Kuslu ve ark. (2014) yazlık kabakta, Yavuz (2015), Sekendur (2017) ve İrik (2018) ise çerezlik kabakta meyve veriminin sulama suyundaki artış miktarıyla arttığını bildirmiştir.

4.3.1. Pazarlanabilir meyve verimi bitki su tüketimi ilişkisi

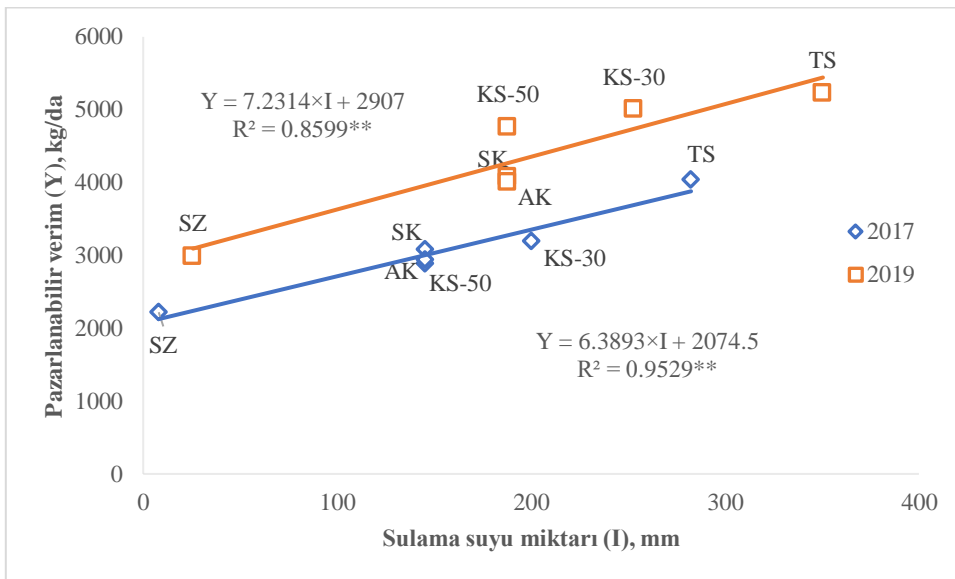
Denemede sulama konularına göre belirlenen bitki su tüketimlerine karşı pazarlanabilir meyve verimi ilişkisi Şekil 4.1'de verilmiştir. 2017 ve 2019 yetiştirme döneminde mevsimlik bitki su tüketimi ile pazarlanabilir meyve verimi arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Bitki su tüketiminin artması pazarlanabilir meyve verimini artırmıştır.



Şekil 4.1. Bitki su tüketimi ile pazarlanabilir meyve verimi arasındaki ilişki

4.3.2. Pazarlanabilir meyve verimi sulama suyu ilişkisi

Denemede sulama konularına göre uygulanan sulama suyuna karşı pazarlanabilir meyve verimi ilişkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. 2017 ve 2019 yetiştirme döneminde uygulanan sulama suyu miktarı ile pazarlanabilir meyve verimi arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Sulama suyu miktarının artması pazarlanabilir meyve verimini artırmıştır.



Şekil 4.2. Sulama suyu miktarı ile pazarlanabilir meyve verimi arasındaki ilişki

4.4. Ortalama Meyve Ağırlığı

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen ortalama meyve ağırlığı 7.99-12.54 kg arasında değişmiştir. Denemede ortalama meyve ağırlığı 10.33 kg olup en ağır meyveler 2017 yılında 9.71 kg ile TS, 2019 yılında 12.54 kg ile KS-30 konusunda, ortalama meyve ağırlığı en düşük meyvelerse SZ konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 7.99 kg ve 10.36 kg olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre 2017 ve 2019 yıllarında ortalama meyve ağırlığı arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Meyve ağırlığı değerleri arasındaki fark önemli bulunmamasına karşın kestane kabağında su stresinin artmasıyla meyve ağırlığında azalma eğilimi gözlenmiştir. (Tablo 4.8). Özseven (2010) Arıcan 97 kestane kabağı meyve ağırlığının 10-15 kg arasında değiştiğini, Şalk ve ark. (2008) ülkemizde yetiştirilen kestane ve bal kabaklarının ortalama meyve ağırlıklarının 8-15 kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Balkaya ve ark. (2010b) Karadeniz bölgesinden toplanan kestane kabaklarının ortalama meyve ağırlığının 3.2-11.8 kg arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Aslan (2017) tarafından farklı lokasyonlarda Arıcan 97 kestane kabağı üzerine yürütülen daha önceki bir çalışmada, ortalama meyve ağırlığı 7.2 ile 9.3 kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Sekendur (2017) çerezlik kabakta yürüttüğü çalışmada farklı gelişme dönemlerinde maruz kalınan su stresinin meyve ağırlığını etkilediğini belirtirken, meyve ağırlığını en fazla çiçeklenme dönemindeki su stresinin etkilediğini ifade etmiştir. Fandika (2011), Wetzel ve Stone (2019) kışlık kabakta artan sulama suyu düzeyi ile meyve ağırlığının arttığını bildirmiştir.

Çizelge 4.7. Ortalama meyve ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.429	0.214	0.434öd
	Sulama Seviyesi	5	6.036	1.207	2.445öd
	Hata	10	4.937	0.494	
	Genel	17	11.401		
2019	Blok	2	6.641	3.321	2.070öd
	Sulama Seviyesi	5	11.534	2.307	1.438öd
	Hata	10	16.044	1.604	
	Genel	17	34.218		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.8. Konulara göre ortalama meyve ağırlığı değerleri

Yıllar	Konular	Meyve ağırlığı (kg)
2017	TS	9.71
	KS-30	8.85
	KS-50	9.63
	SK	8.81
	AK	8.84
	SZ	7.99
2019	TS	12.27
	KS-30	12.54
	KS-50	12.21
	SK	10.86
	AK	11.94
	SZ	10.36

4.5. Meyve Sayısı

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen meyve sayısı değerleri 1.13-1.70 adet/bitki arasında değişmiştir. Denemede en fazla meyve TS konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 1.67 ve 1.70 adet/bitki, en az meyve ise SZ konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 1.13 ve 1.14 adet/bitki olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık 2017 yılında önemsiz, 2019 yılında önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Meyve sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.040	0.020	0.366öd
	Sulama Seviyesi	5	0.553	0.111	2.024öd
	Hata	10	0.547	0.055	
	Genel	17	1.140		
2019	Blok	2	0.0002	0.0001	0.004öd
	Sulama Seviyesi	5	0.613	0.123	3.792*
	Hata	10	0.323	0.032	
	Genel	17	0.936		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Kestane kabağında su stresi 2. yıl meyve sayısında azalmaya sebep olmuştur. Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.10) göre 2019 yılında ise TS, KS-30, KS-50 ve SK birinci grupta, AK ikinci grupta ve su uygulanmayan SZ konusu ise son grupta yer almıştır.

Çizelge 4.10. Konulara göre ortalama meyve sayısı ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve sayısı (adet/bitki)
2017	TS	1.67
	KS-30	1.47
	KS-50	1.20
	SK	1.40
	AK	1.33
	SZ	1.13
2019	TS	1.70a
	KS-30	1.60ab
	KS-50	1.56ab
	SK	1.51ab
	AK	1.33bc
	SZ	1.14c

Aslan (2017) farklı lokasyonlarda Arıcan 97 kestane kabağı meyve sayısının 1.3-1.8 adet/bitki arasında değiştiğini belirtmiştir. Pek çok araştırmacı artan sulama suyu düzeyinin bitki başına meyve sayısını artırdığını bildirmiştir (Ertek ve ark. 2004, Kırnak ve Doğan 2009, Fandika 2011, Kuslu ve ark. 2014).

4.6. Meyve Boyu

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen meyve boyu değerleri 20.75-23.91 cm arasında değişmiştir. Denemede en yüksek meyve boyu 2017 yılında 22.60 cm ile TS konusundan ve 2019 yılında ise 23.91 cm ile KS-30 konusundan elde edilirken, en düşük meyve boyu ise SZ konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 20.75 ve 22.30 cm olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına

Çizelge 4.11. Meyve boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.752	0.376	2.301öd
	Sulama Seviyesi	5	9.373	1.875	11.476**
	Hata	10	1.634	0.163	
	Genel	17	11.758		
2019	Blok	2	6.604	3.302	3.140öd
	Sulama Seviyesi	5	7.179	1.436	1.365öd
	Hata	10	10.516	1.052	
	Genel	17	24.299		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

göre deneme konuları arası farklılık 2017 yılında önemli ($p<0.05$), 2019 yılında önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Kestane kabağında su stresi 1. yıl meyve boyunda azalmaya sebep olmuştur. Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.12) göre 2017 yılında TS ve KS-50 birinci grupta, KS-30, SK, AK ve SZ konuları ikinci grupta yer almıştır.

Balkaya ve Uzun (2009) Karadeniz Bölgesi'nde yetişen kestane kabağı popülasyonlarının meyve boyu değerlerinin 30.0-42.8 cm aralığında değiştiğini belirlemiştir. Balkaya ve ark. (2010a) Karadeniz Bölgesi'nden topladığı 17 farklı bal kabağı popülasyonu ile yürüttüğü çalışmada meyve boyu değerlerinin 28.5-32.8 cm aralığında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.12. Konulara göre ortalama meyve boyu ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve boyu (cm)
2017	TS	22.60a
	KS-30	21.33b
	KS-50	22.45a
	SK	21.29b
	AK	20.88b
	SZ	20.75b
2019	TS	23.90
	KS-30	23.91
	KS-50	22.92
	SK	22.50
	AK	23.37
	SZ	22.30

Balkaya ve ark. (2011) farklı kestane kabağı çeşit adaylarının meyve boyu değerlerinin 35.8-38.4 arasında değişirken Arıcan 97 çeşidinin meyve boyunun ise 42.5 cm olduğunu belirlerken, meyve boyu değerleri arasındaki farklılığın ekolojik faktörler ve yetiştirme tekniklerindeki değişim nedeniyle olabileceğini bildirmiştir.

4.7. Meyve Eni

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen meyve eni değerleri 31.69-33.74 cm arasında değişmiştir. Denemede en yüksek meyve eni 2017 yılında 33.54 cm ile KS-30 konusundan ve 2019 yılında ise 33.74 cm ile KS-50

konusundan elde edilirken, en düşük meyve eni ise SZ konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla 31.69 ve 31.70 cm olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Meyve enine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.015	0.008	0.019öd
	Sulama Seviyesi	5	5.429	1.086	2.707öd
	Hata	10	4.011	0.401	
	Genel	17	9.455		
2019	Blok	2	3.254	1.627	0.941öd
	Sulama Seviyesi	5	8.399	1.680	0.972öd
	Hata	10	17.289	1.729	
	Genel	17	28.942		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Kestane kabağında su stresi meyve eninde mutlak bir azalmaya neden olmamasına karşın susuz konu olan SZ konusunda sulanan konulara göre azalan bir trend oluşmuştur (Çizelge 4.14).

Balkaya ve ark. (2010b), Karadeniz Bölgesinden topladıkları 115 kestane kabağı popülasyonunun meyve eni değerlerinin 35.1-56.5 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Balkaya ve ark. (2010a) Karadeniz Bölgesi'nden topladığı 17 farklı bal kabağı popülasyonu ile yürüttüğü çalışmada meyve eni değerlerinin 22.3-38.2 cm aralığında değiştiğini saptamışlardır. Öte yandan Özer (2012) yazlık kabakta ve Sekendur (2017) çerezlik kabakta su stresi arttıkça meyve eninin azaldığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.14. Konulara göre ortalama meyve eni değerleri

Yıllar	Konular	Meyve eni (cm)
2017	TS	32.48
	KS-30	33.54
	KS-50	32.34
	SK	32.25
	AK	32.47
	SZ	31.69
	2019	TS
KS-30		32.89
KS-50		33.74
SK		32.30
AK		33.22
SZ		31.70

4.8. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) İçerikleri

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucu meyvelerde elde edilen SÇKM değerleri %8.86-11.27 arasında değişmiştir. Denemede en yüksek SÇKM değeri SZ konusundan 2017 ve 2019 yıllarında sırasıyla %11.27 ve 10.92 olarak elde edilirken, en düşük SÇKM değeri 2017 yılında %8.86 ile KS-30 konusundan ve 2019 yılında ise %9.18 ile TS konusundan elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık 2017 yılında önemli ($p<0.05$), 2019 yılında önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Kestane kabağında su stresi SÇKM değerinde genelde bir artışa neden olurken sulama suyu verilmeyen SZ konusunda en yüksek değerler elde edilmiştir. Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.16) göre 2017 yılında TS, KS-50, SK, AK ve SZ konuları birinci grupta, KS-30 konusu ikinci grupta yer almıştır.

Çizelge 4.15. Meyvelerin SÇKM değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	1.263	0.631	0.848öd
	Sulama Seviyesi	5	12.552	2.510	3.373*
	Hata	10	7.442	0.744	
	Genel	17	21.256		
2019	Blok	2	0.187	0.094	0.044öd
	Sulama Seviyesi	5	6.217	1.243	0.588öd
	Hata	10	21.136	2.114	
	Genel	17	27.540		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Kestane kabağı üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen SÇKM değerlerinde değişkenlikler mevcuttur. Balkaya ve ark. (2010b) kestane kabağı SÇKM değerlerinin %3.5-15 arasında değiştiğini bildirirken ölçüm yapılan 115 popülasyonun %47'sinin SÇKM değerinin %7.0-11.0 aralığında olduğunu belirtmiştir. Aslan (2017) farklı lokasyonlarda yetiştirilen Arıcan 97 kestane kabağı SÇKM değerlerinin %7.1-8.4 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.16. Konulara göre SÇKM değerleri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	SÇKM (%)
2017	TS	10.20ab
	KS-30	8.86b
	KS-50	10.75a
	SK	9.88ab
	AK	11.20a
	SZ	11.27a
2019	TS	9.18
	KS-30	10.13
	KS-50	10.87
	SK	10.58
	AK	10.33
	SZ	10.92

Diğer kabak türlerinde yapılan bazı çalışmalarda da SÇKM değerlerinin geniş bir aralıkta değiştiği tespit edilmiştir. Alam ve Zimmerman (2001) farklı malç uygulamaları ile karık sulama ve yüzey altı damlama sistemiyle sulanan bal kabağının (kabocha) SÇKM değerinin % 11.3-15.2 arasında değiştiğini belirlemiştir. Roura ve ark. (2007) tam olgun bal kabağının SÇKM değerinin % 8-11 arasında değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Çalışmamızda SZ konusunun her iki vejetasyon döneminde de en yüksek SÇKM değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Farklı türlerde yapılan bazı çalışmalarda da çalışmamızla benzer şekilde sonuçlar elde edilmiştir. Sotiropoulos ve ark. (2010) seftalide, Özer (2012) yazlık kabakta, Özbahçe ve ark. (2014) kavunda, Giuliani ve ark. (2017) domateste yürüttükleri araştırmada uygulanan sulama suyu miktarındaki azalmanın SÇKM değerini artırdığını belirtmiştir.

4.9. Titrasyon Asitliği

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda meyvelerde elde edilen titrasyon asitliği değerleri %0.201-0.243 arasında değişmiştir. Denemede en yüksek titrasyon asitliği değeri 2017 yılında 0.243 ile SZ konusundan ve 2019 yılında ise %0.219 ile SK konusundan elde edilirken, en düşük titrasyon asitliği değeri 2017 yılında %0.216 ile KS-30 konusundan ve 2019 yılında ise %0.210 ile TS konusundan elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.17). Sulama konularına göre ortalama titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan meyvelerden elde edilen titrasyon asitliği değerleri %0.201-0.243 arasında değişmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda titrasyon asitliği değerleri ile ilgili farklı sonuçlar elde edilmiştir. Valenzuela ve ark. (2011) bal kabağı titrasyon asitliği değerini 0.040 (% sitrik asit) olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.17. Titrasyon asitliğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.002	0.001	1.655öd
	Sulama Seviyesi	5	0.002	0.0003	0.571öd
	Hata	10	0.005	0.001	
	Genel	17	0.009		
2019	Blok	2	0.00028	0.00014	0.296öd
	Sulama Seviyesi	5	0.00018	0.000036	0.075öd
	Hata	10	0.005	0.00048	
	Genel	17	0.005		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.18. Konulara göre ortalama titrasyon asitliği değerleri

Yıllar	Konular	Titrasyon asitliği (%)
2017	TS	0.238
	KS-30	0.216
	KS-50	0.228
	SK	0.224
	AK	0.236
	SZ	0.243
	2019	TS
KS-30		0.214
KS-50		0.216
SK		0.219
AK		0.217
SZ		0.212

Zinash ve ark. (2013) Etiyopya'dan toplanan 20 farklı kışlık kabak popülasyonunun titrasyon asitliği değerinin 0.90-1.73 (% sitrik asit) arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmalar arasında görülen bu farklılıkların kabak tür, çeşit ve genotip özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ashley ve ark. (2006) kısıntılı ve kısmi kök kuruluğu sulama stratejilerinin üzümün titrasyon asitliği üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını ifade etmiştir.

4.10. pH

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen pH değerleri 6.10-6.55 arasında değişmiştir. Denemede en yüksek pH değeri 2017 yılında 6.36 ile SZ konusundan ve 2019 yılında ise 6.55 ile KS-50 konusundan elde edilirken, en düşük pH değeri 2017 yılında 6.10 ile KS-30 konusundan ve 2019 yılında ise 6.35 ile AK

konusundan elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. pH değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.036	0.018	1.638öd
	Sulama Seviyesi	5	0.157	0.031	2.819öd
	Hata	10	0.111	0.011	
	Genel	17	0.304		
2019	Blok	2	0.009	0.004	0.430öd
	Sulama Seviyesi	5	0.091	0.018	1.768öd
	Hata	10	0.103	0.010	
	Genel	17	0.202		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Kestane kabağında su stresi pH değerinde genelde bir artışa neden olmuş, konular arası pH değişimi önemli bulunmamasına karşın su stresinin pH üzerine artırıcı bir eğilime sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.20).

Valenzuela ve ark. (2011) bal kabağı pH değerini 6.77 olarak belirlemişlerdir. Öte yandan Zinash ve ark. (2013) Etiyopya'dan toplanan 20 farklı kışlık kabak popülasyonunun pH değerinin 5.92-6.99 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Atherton ve Rudich (1986) balkabağı genotipleri arasında pH ve titrasyon asitliği açısından çok büyük bir varyasyon olduğunu ifade etmiştir.

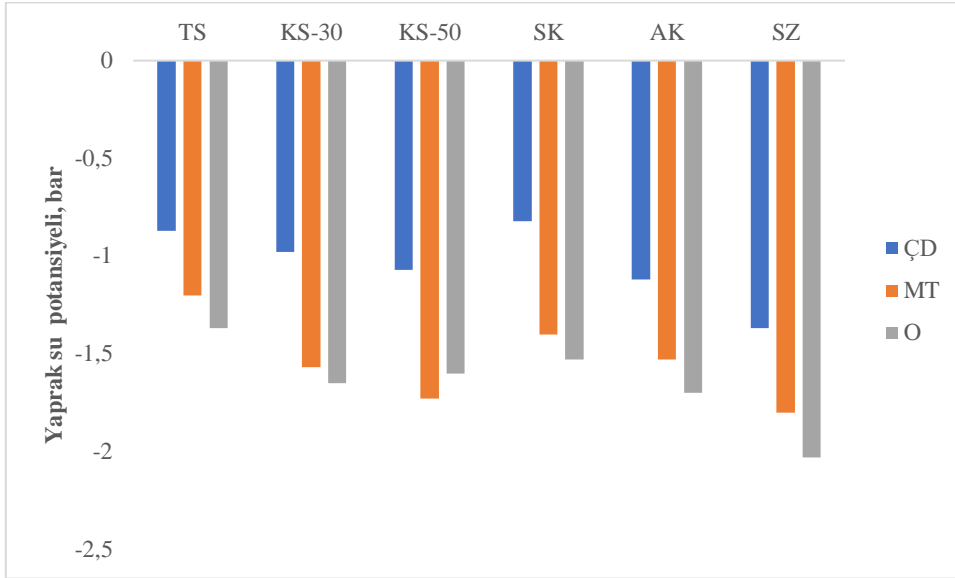
Çizelge 4.20. Konulara göre ortalama pH değerleri

Yıllar	Konular	pH
2017	TS	6.14
	KS-30	6.10
	KS-50	6.32
	SK	6.19
	AK	6.24
	SZ	6.36
2019	TS	6.36
	KS-30	6.37
	KS-50	6.55
	SK	6.43
	AK	6.35
	SZ	6.46

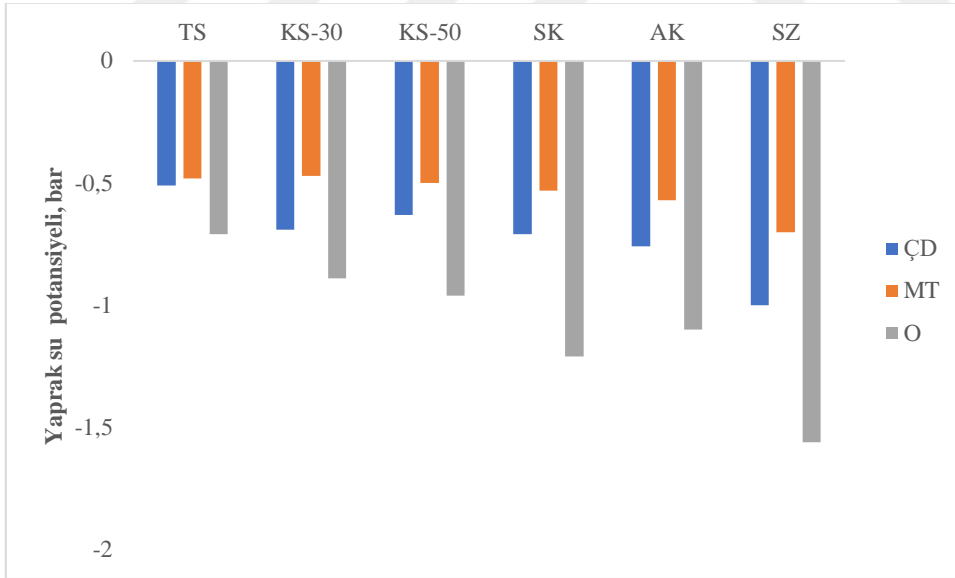
4.11. Yaprak Su Potansiyeli (YSP)

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen YSP değerleri 2017 yılı için Şekil 4.3 ve 2019 yılı için Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Kestane kabağında su stresi arttıkça YSP değerinde genel olarak bir artış gözlenmiştir. Denemede ölçümler çiçeklenme dönemi (ÇD), meyve tutumu (MT) ve olgunlaşma (O) dönemlerinde yapılmıştır. En yüksek YSP değeri 2017 ve 2019 yılında SZ konusunda sırasıyla -1.73 ve -1.09 bar olarak elde edilirken, en düşük YSP değeri 2017 ve 2019 yılında sırasıyla -1.14 ve -0.57 bar olarak TS konusunda elde edilmiştir. %50 kısıntı uygulanan KS-50 konusu ile kısmi kök kuruluğu konuları SK ve AK karşılaştırıldığında KS-50 konusunda SK ve

AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %15 ve %1.4 daha yüksek YSP değeri elde edilirken, 2019 yılında sırasıyla %17.1 ve %15.7 daha düşük YSP değeri elde edilmiştir.



Şekil 4.3. 2017 yılı konular bazında YSP değişimi



Şekil 4.4. 2019 yılı konular bazında YSP değişimi

Farklı büyüme dönemlerinde konular bazında ölçülen en düşük YSP değerleri 2017 yılı için çiçeklenme döneminde, en yüksek YSP değerleri ise olgunlaşma döneminde ölçülürken, 2019 yılında en düşük YSP değerleri meyve tutumu döneminde ve en yüksek YSP değerleri ise olgunlaşma döneminde ölçülmüştür. 2019 yılında meyve tutumu

dönemindeki yağışların fazla olmasının YSP değerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre sulama seviyesi arasındaki farklılıklar her iki yılda önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.21). Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.22) göre 2017 yılında SZ birinci grupta, AK, KS-50 ve KS-30 ikinci grupta, SK ve TS üçüncü grupta yer alırken, 2019 yılında SZ birinci grupta, AK ve SK ikinci grupta, KS-50 ve KS-30 üçüncü grupta ve TS dördüncü grupta yer almıştır.

Çizelge 4.21. YSP değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.167	0.084	5.010*
	Sulama Seviyesi	5	1.850	0.370	22.158**
	Dönem	2	3.828	1.914	114.630**
	Sulama Seviyesi*Dönem	10	0.199	0.020	1.194öd
	Hata	34	0.568	0.017	
	Genel	53	6.612		
2019	Blok	2	0.059	0.029	3.104öd
	Sulama Seviyesi	5	1.428	0.286	30.151**
	Dönem	2	2.625	1.313	138.603**
	Sulama Seviyesi*Dönem	10	0.398	0.040	4.204**
	Hata	34	0.322	0.009	
	Genel	53	4.832		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.22. Sulama seviyesine göre ölçülen YSP değeri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	YSP (bar)
2017	TS	-1.14c
	KS-30	-1.40b
	KS-50	-1.47b
	SK	-1.25c
	AK	-1.45b
	SZ	-1.73a
2019	TS	-0.57d
	KS-30	-0.68c
	KS-50	-0.70c
	SK	-0.82b
	AK	-0.81b
	SZ	-1.09a

Varyans analizi sonuçlarına göre büyüme dönemleri arasındaki farklılıklar her iki yılda önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.21). Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.23) göre 2017 yılında O birinci grupta, MT ikinci grupta ve ÇD üçüncü grupta yer alırken, 2019 yılında O birinci grupta, ÇD ikinci grupta ve MT üçüncü grupta yer almıştır. Çizelge 4.21 incelendiğinde sulama seviyesi-dönem interaksyonu 2017 yılında önemsiz, 2019 yılında önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Farklı türlerde yapılan bazı çalışmalarda da çalışmamızla benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Roupael ve ark. (2008) karpuzda, Kıran ve ark. (2014) kavunda, Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta, Yazdıç ve Değirmenci (2018) pamukta, su stresi artışının YSP değerini artırdığını bildirmiştir.

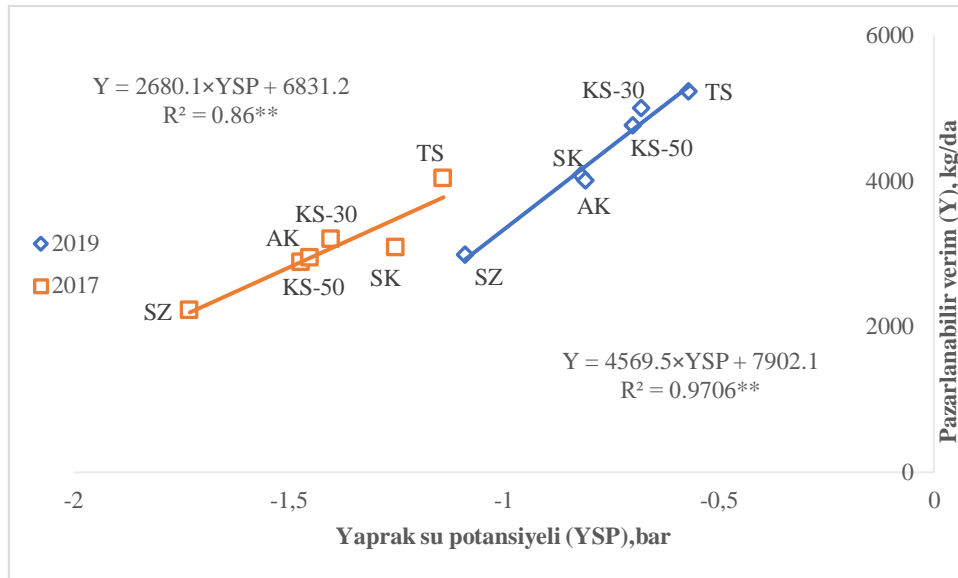
Çizelge 4.23. Büyüme dönemlerine göre ölçülen YSP değeri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	YSP (bar)
2017	ÇD	-1.04c
	MT	-1.54b
	O	-1.65a
2019	ÇD	-0.72b
	MT	-0.54c
	O	-1.07a

ÇD: Çiçeklenme dönemi, MT: Meyve tutumu, O: Olgunlaşma

4.11.1. Yaprak su potansiyeli verim ilişkisi

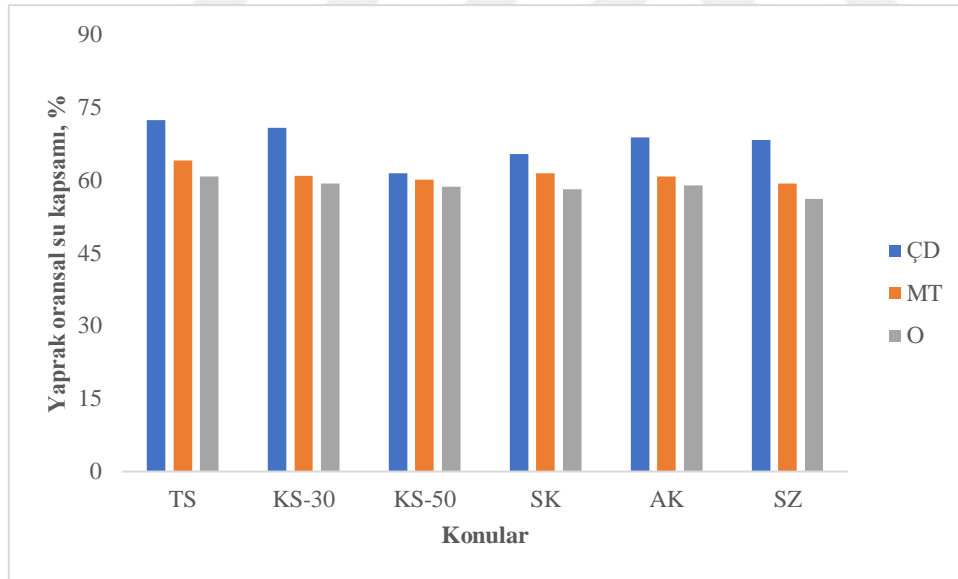
Denemede konularına göre yaprak su potansiyeli pazarlanabilir meyve verimi ilişkisi Şekil 4.5’de verilmiştir. Hem 2017 hem de 2019 yılı için uygulanan sulama suyu miktarı ile pazarlanabilir meyve verimi arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Yaprak su potansiyeli değerinin artmasıyla verimde artış gözlenmiştir.



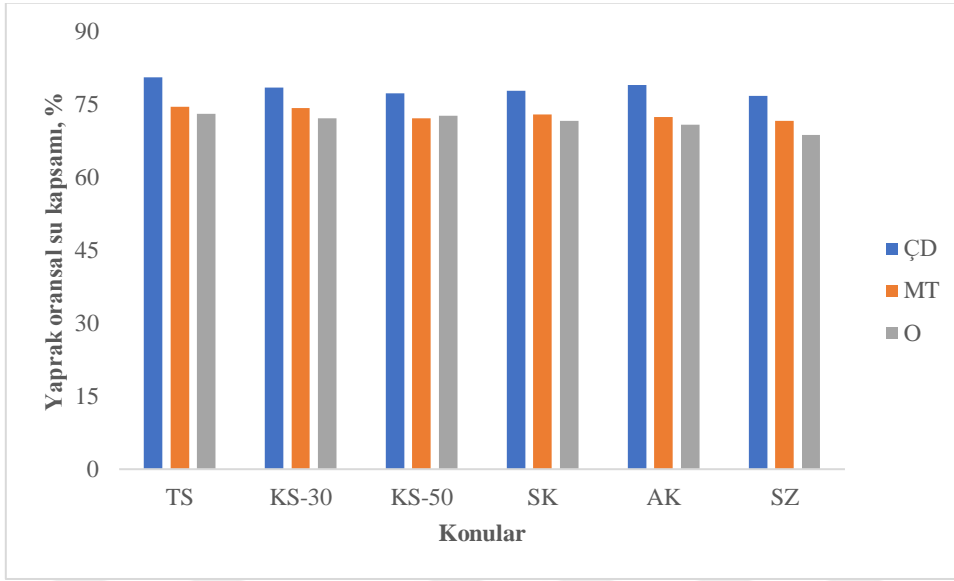
Şekil 4.5. YSP ile pazarlanabilir meyve verimi arasındaki ilişki

4.12. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK)

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen YOSK değerleri 2017 yılı için Şekil 4.6 ve 2019 yılı için Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Kestane kabağında su stresi arttıka YOSK değerinde genel olarak bir azalma gözlenmiştir. Denemede lmler çiçeklenme dönemi, meyve tutumu ve olgunlaşma dönemlerinde yapılmıştır. En yüksek YOSK değeri 2017 ve 2019 yılında TS konusunda sırasıyla %65.74 ve 76.13 olarak elde edilirken, en dŐuk YOSK değeri 2017 yılında KS-50 konusundan %60.06, 2019 yılında ise %72.45 olarak SZ konusundan elde edilmiştir. %50 kısıntı uygulanan KS-50 konusu ile kısmi kök kuruluğu konuları SK ve AK karşılaştırıldığında KS-50 konusunda SK ve AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %2.6 ve %4.6 daha dŐuk YOSK değeri elde edilirken, 2019 yılında her iki konudan da %0.1 daha dŐuk YOSK değeri elde edilmiştir.



Şekil 4.6. 2017 yılı konular bazında YOSK değişimi



Şekil 4.7. 2019 yılı konular bazında YOSK değişimi

Farklı büyüme dönemlerinde konular bazında ölçülen YOSK değerleri incelendiğinde; denemenin her iki yılında da en yüksek YOSK değerleri çiçeklenme döneminde, en düşük YOSK değerleri ise olgunlaşma döneminde ölçülmüştür. Varyans analizi sonuçlarına göre sulama seviyesi arasındaki farklılıklar her iki yılda önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.24). Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.25) göre 2017 yılında TS birinci grupta, KS-30, AK ve SK ikinci grupta, SZ üçüncü grupta ve KS-50 dördüncü grupta yer alırken, 2019 yılında TS ile KS-30 birinci grupta, KS-50, AK ve SK ikinci grupta, SZ üçüncü grupta yer almıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre büyüme dönemleri arasındaki farklılıklar her iki yılda da önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.24). Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.26) göre her iki yılda da ÇD birinci grupta, MT ikinci grupta ve O üçüncü grupta yer almıştır. Çizelge 4.24 incelendiğinde sulama seviyesi-dönem interaksiyonu 2017 yılında önemli ($p < 0.05$), 2019 yılında önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.24. YOSK değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	29.596	14.798	3.262öd
	Sulama Seviyesi	5	182.729	36.546	8.055**
	Dönem	2	813.800	406.900	89.685**
	Sulama Seviyesi*Dönem	10	122.172	12.217	2.693*
	Hata	34	154.258	4.537	
	Genel	53	1302.555		
2019	Blok	2	20.891	10.446	3.490*
	Sulama Seviyesi	5	66.678	13.336	4.456**
	Dönem	2	459.570	229.785	76.773**
	Sulama Seviyesi*Dönem	10	19.148	1.915	0.640öd
	Hata	34	101.764	2.993	
	Genel	53	668.050		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.25. Sulama seviyesine göre ölçülen YOSK değeri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	YOSK (%)
2017	TS	65.74a
	KS-30	63.68b
	KS-50	60.06d
	SK	61.63bcd
	AK	62.82bc
	SZ	61.23cd
2019	TS	76.13a
	KS-30	75.07ab
	KS-50	74.11bc
	SK	74.22bc
	AK	74.17bc
	SZ	72.45c

Çizelge 4.26. Büyüme dönemlerine göre ölçülen YOSK değeri ve Duncan grupları

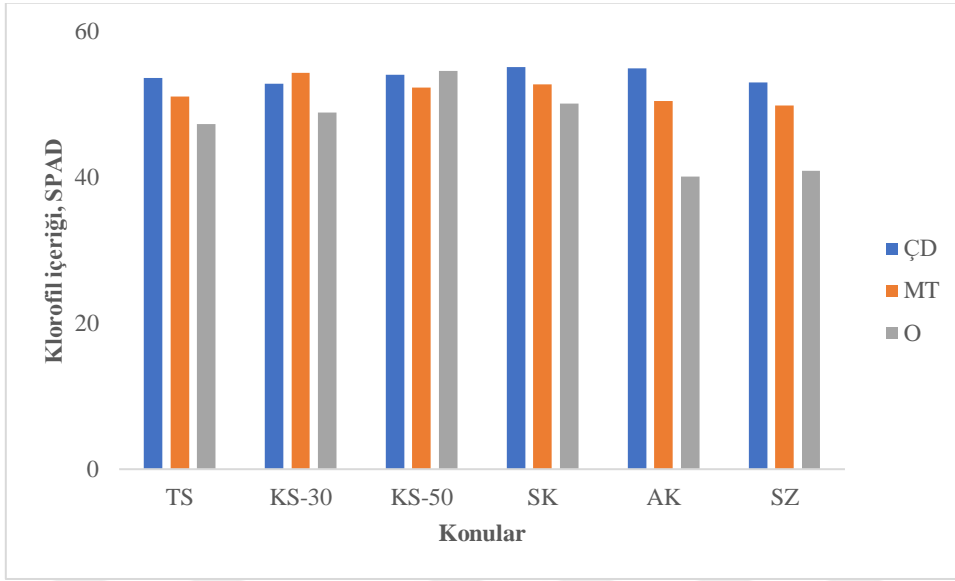
Yıllar	Konular	YOSK (%)
2017	ÇD	67.84a
	MT	61.08b
	O	58.66c
2019	ÇD	78.40a
	MT	73.08b
	O	71.60c

ÇD: Çiçeklenme dönemi, MT: Meyve tutumu, O: Olgunlaşma

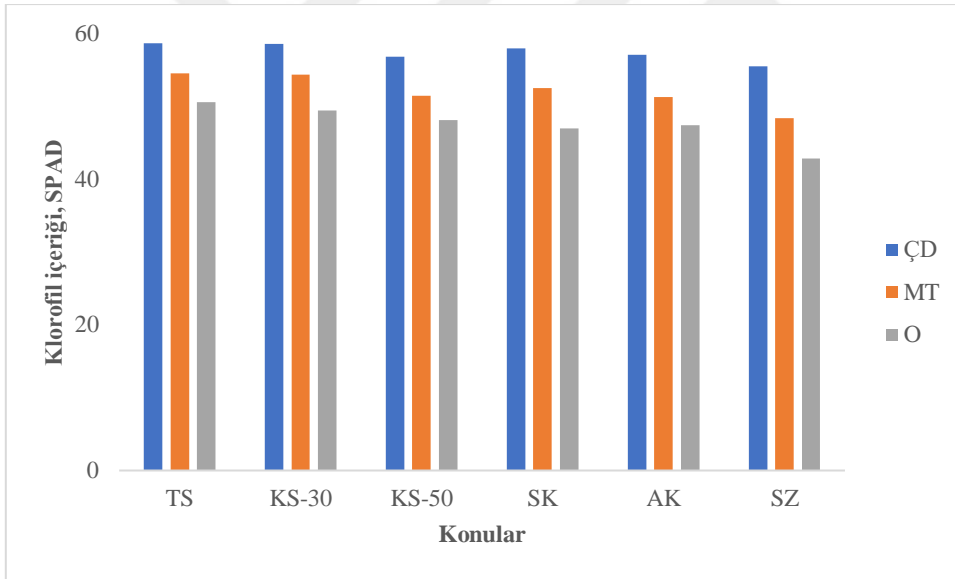
Birçok araştırmacı farklı türlerde yapılan bazı çalışmalarda çalışmamızla benzer sonuçlar elde etmiştir. Kırnak ve Doğan (2009) karpuzda, El-Mageed ve Semida (2015) ile Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta, Barzegar ve ark. (2017) kavunda yaptığı çalışmada su stresi artışının YOSK değerini azalttığını bildirmiştir.

4.13. Klorofil İçeriği (SPAD indeksi)

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen klorofil değerleri 2017 yılı için Şekil 4.8 ve 2019 yılı için Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Kestane kabağında su stresi arttıkça klorofil değerinde genel olarak bir azalma gözlenmiştir. Denemede ölçümler çiçeklenme dönemi (ÇD), meyve tutumu (MT) ve olgunlaşma (O) dönemlerinde yapılmıştır. En yüksek klorofil değeri 2017 yılında KS-50 konusunda 53.75 olarak elde edilirken, 2019 yılında TS konusunda 54.57 olarak elde edilmiştir. En düşük klorofil değeri 2017 ve 2019 yıllarında SZ konusunda sırasıyla 47.99 ve 48.88 olarak elde edilmiştir. %50 kısıntı uygulanan KS-50 konusu ile kısmi kök kuruluğu konuları SK ve AK karşılaştırıldığında KS-50 konusunda SK ve AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %1.9 ve %9.7 daha yüksek klorofil değeri elde edilirken, 2019 yılında SK konusundan %0.8 daha düşük ve AK konusundan % 0.4 daha yüksek klorofil değeri elde edilmiştir.



Şekil 4.8. 2017 yılı konular bazında klorofil içeriği değişimi



Şekil 4.9. 2019 yılı konular bazında klorofil içeriği değişimi

Farklı büyüme dönemlerinde konular bazında ölçülen klorofil değerleri incelendiğinde; denemenin her iki yılında da en yüksek klorofil değerleri çiçeklenme döneminde, en düşük klorofil değerleri ise olgunlaşma döneminde ölçülmüştür. Varyans analizi sonuçlarına göre sulama seviyeleri arasındaki farklılıklar her iki yılda önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.27). Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.28) göre 2017 yılında KS-30, KS-50 ve SK birinci grupta, TS

ikinci grupta, AK ve SZ üçüncü grupta yer alırken, 2019 yılında TS ile KS-30 birinci grupta, KS-50, AK ve SK ikinci grupta, SZ üçüncü grupta yer almıştır.

Çizelge 4.27. Klorofil içeriği değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	6.000	3.000	0.804öd
	Sulama Seviyesi	5	241.296	48.259	12.932**
	Dönem	2	456.427	228.213	61.155**
	Sulama Seviyesi*Dönem	10	285.308	28.531	7.645**
	Hata	34	126.878	3.732	
	Genel	53	1115.909		
2019	Blok	2	3.955	1.978	0.976öd
	Sulama Seviyesi	5	182.753	36.551	18.042**
	Dönem	2	880.811	440.405	217.390**
	Sulama Seviyesi*Dönem	10	24.522	2.452	1.210öd
	Hata	34	68.880	2.026	
	Genel	53	1160.920		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Varyans analizi sonuçlarına göre büyüme dönemleri arasındaki farklılıklar her iki yılda da önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.27). Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.29) göre her iki yılda da ÇD birinci grupta, MT ikinci grupta ve O üçüncü grupta yer almıştır. Çizelge 4.27 incelendiğinde sulama seviyesi dönem interaksyonu 2017 yılında önemli ($p < 0.01$), 2019 yılında önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Sulama seviyesine göre ölçülen klorofil içeriği değeri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Klorofil içeriği (SPAD)
2017	TS	50.75b
	KS-30	52.11ab
	KS-50	53.75a
	SK	52.72a
	AK	48.56c
	SZ	47.99c
2019	TS	54.57a
	KS-30	54.10a
	KS-50	52.11b
	SK	52.51b
	AK	51.91b
	SZ	48.88c

Çizelge 4.29. Büyüme dönemlerine göre ölçülen klorofil değeri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Klorofil içeriği (SPAD)
2017	ÇD	54.01a
	MT	51.87b
	O	47.06c
2019	ÇD	57.43a
	MT	52.07b
	O	47.54c

ÇD: Çiçeklenme dönemi, MT: Meyve tutumu, O: Olgunlaşma

Farklı türlerde yapılan bazı çalışmalarda da çalışmamızla benzer sonuçlar bulunmuştur. Kırnak ve Doğan (2009) ile Duraktekin ve ark. (2019) karpuzda, Deveci ve ark. (2017) bamyada, Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta, yaptığı çalışmada su stresi artışının klorofil değerini azalttığını bildirmiştir.

4.14. Su Kullanım Etkinliği (WUE)

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen WUE değerleri 9.3-12.5 kg/m³ arasında değişmiştir. Denemede en yüksek WUE değeri 2017 yılında 10.6 kg/m³ ile SK konusundan ve 2019 yılında ise 12.5 kg/m³ ile KS-30 konusundan elde edilirken, en düşük WUE değeri 2017 yılında 9.3 kg/m³ ile TS konusundan ve 2019 yılında ise 10.9 kg/m³ ile SK konusundan elde edilmiştir. %50 kısıntı uygulanan KS-50 konusu ile kısmi kök kuruluğu konuları SK ve AK karşılaştırıldığında KS-50 konusunda SK ve AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %11.6 ve %4.2 daha düşük WUE değeri elde edilirken, 2019 yılında ise sırasıyla %12.1 ve %9.7 daha yüksek WUE değeri elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. WUE değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.115	0.057	0.029öd
	Sulama Seviyesi	4	3.122	0.780	0.397öd
	Hata	8	15.742	1.968	
	Genel	14	18.978		
2019	Blok	2	1.837	0.918	0.207öd
	Sulama Seviyesi	4	6.894	1.724	0.389öd
	Hata	8	35.483	4.435	
	Genel	14	44.214		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

WUE değerleri arasındaki fark önemli bulunmamasına karşın kestane kabağında su stresi arttıkça WUE değerinde genel olarak bir artış eğilimi gözlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Konulara göre ortalama WUE değerleri

Yıllar	Konular	WUE (kg/m ³)
2017	TS	9.3
	KS-30	9.5
	KS-50	9.5
	SK	10.6
	AK	9.9
2019	TS	11.1
	KS-30	12.5
	KS-50	12.4
	SK	10.9
	AK	11.2

Fandika ve ark. (2011) kışlık kabak için WUE değerinin 13.42-18.87 kg/ha m³ arasında değiştirdiğini belirlemişlerdir. Özer (2012) yazlık kabakta WUE değerinin 5.98-7.84 kg/m³ arasında değiştirdiğini bildirirken, çerezlik kabakta Yavuz ve ark. (2015) 0.17-0.20 kg/m³, Sekendur (2017) 0.13-0.25 kg/m³, Kırnak ve ark. (2017) 0.18-0.29 kg/m³ olarak değişim gösterdiğini belirtmiştir. Farag ve Ferriare (2018) yazlık kabakta kısıntılı sulama (DI-%80) ve kısmi kök kuruluğu (DI-%70+PRD) konularında elde edilen WUE değerlerinin hemen hemen eşit olduğunu ifade etmiştir.

4.15. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği (IWUE)

Kestane kabağı bitkisine uygulanan farklı sulama seviyeleri sonucunda elde edilen IWUE değerleri 14.3-25.3 kg/m³ arasında değişmiştir. Denemede en yüksek IWUE değeri 2017 yılında 21.2 kg/m³ ile SK konusundan ve 2019 yılında ise 25.3 kg/m³ ile KS-50 konusundan elde edilirken, en düşük IWUE değeri her iki yılda sırasıyla 14.3 kg/m³ ve 14.9 kg/m³ ile TS konusundan elde edilmiştir. %50 kısıntı uygulanan KS-50 konusu ile kısmi kök kuruluğu konuları SK ve AK karşılaştırıldığında KS-50 konusunda SK ve AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %6.5 ve %2.0 daha düşük IWUE değeri elde edilirken, 2019 yılında ise sırasıyla %14.2 ve %15.8 daha yüksek IWUE değeri elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konuları arası farklılık 2017 yılında önemli (p<0.05), 2019 yılında önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. IWUE değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Yıllar	Kaynaklar	SD	Kareler Top	Kareler Ort	F
2017	Blok	2	0.172	0.086	0.013öd
	Sulama Seviyesi	4	108.917	27.229	4.089*
	Hata	8	53.271	6.659	
	Genel	14	162.360		
2019	Blok	2	13.180	6.590	0.511öd
	Sulama Seviyesi	4	170.772	42.693	3.313öd
	Hata	8	103.088	12.886	
	Genel	14	287.040		

öd: Önemsiz. *: %5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Kestane kabağında su stresi arttıkça IWUE değerinde artış gözlenmiştir. Farklılık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.33) göre 2017 yılında KS-50, SK, AK konuları birinci grupta, KS-30 konusu ikinci grupta ve TS üçüncü grupta yer almıştır.

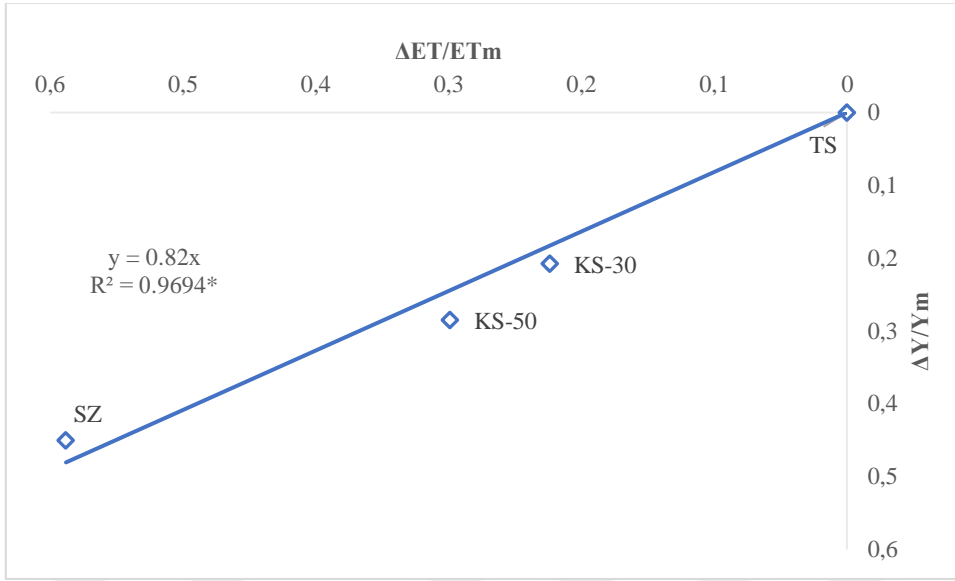
Çizelge 4.33. Konulara göre IWUE değeri ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	IWUE (kg/m ³)
2017	TS	14.3c
	KS-30	16.0bc
	KS-50	19.9ab
	SK	21.2a
	AK	20.3ab
2019	TS	14.9b
	KS-30	19.8ab
	KS-50	25.3a
	SK	21.7a
	AK	21.3ab

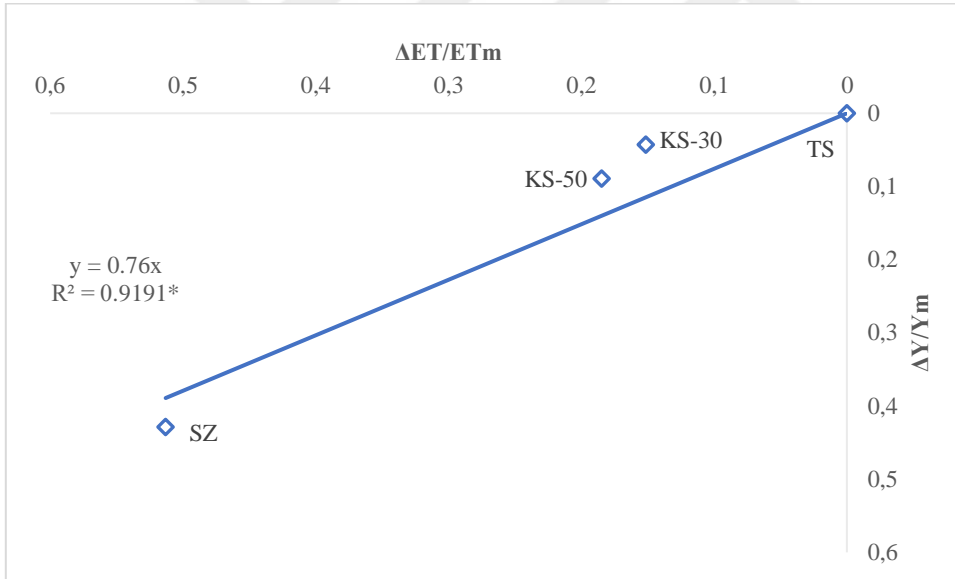
Çerezlik kabakta IWUE değerinin, Seymen ve ark. (2016) 0.24-0.44 kg/m³, Sekendur (2017) 0.33-0.42 kg/m³, Kırnak ve ark. (2017) 0.28-3.29 kg/m³ arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Özer (2012) yazlık kabakta IWUE değerinin 2.64-10.0 kg/m³ arasında değiştiğini ifade etmiştir. Duraktekin ve ark. (2018) karpuzda kısmi kök kuruluğu konusunda eldi edilen IWUE değerlerinin kısıntılı sulama konularından daha düşük değerlere sahip olduğunu belirtmiştir.

4.16. Verim Tepki Faktörü (k_y)

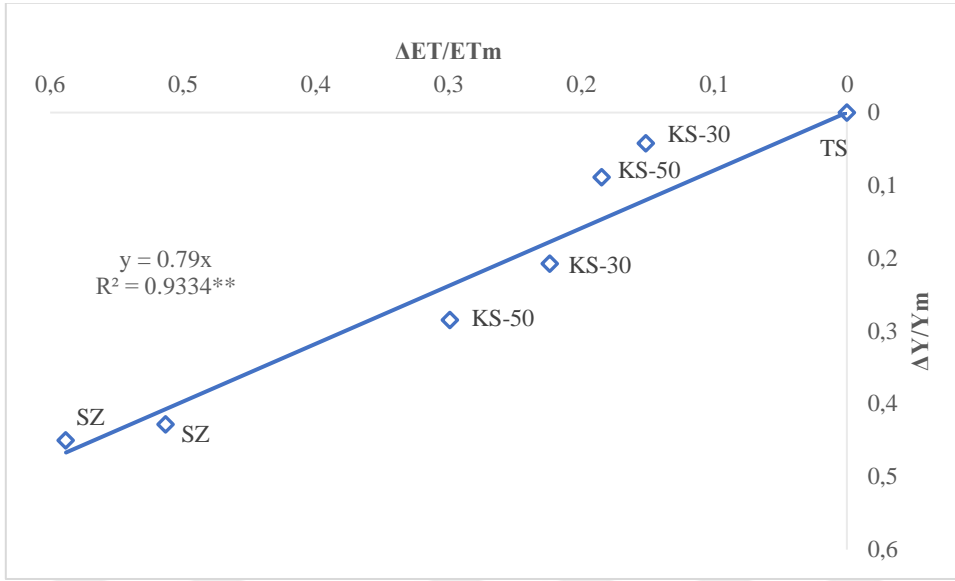
Denemede kestane kabağı k_y değerleri 2017 ve 2019 yılı yetiştirme dönemleri için klasik kısıntı ve kısmi kök kuruluğu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Şekil 4.10 incelendiğinde 2017 yılı k_y değeri 0.82 ve Şekil 4.11 incelendiğinde ise 2019 yılı k_y değeri 0.76 olarak belirlenmiştir. Ortalama k_y değeri (Şekil 4.12) ise 0.79 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.10. Kestane kabağı 2017 yılı klasik kısıntı konuları k_y grafiği

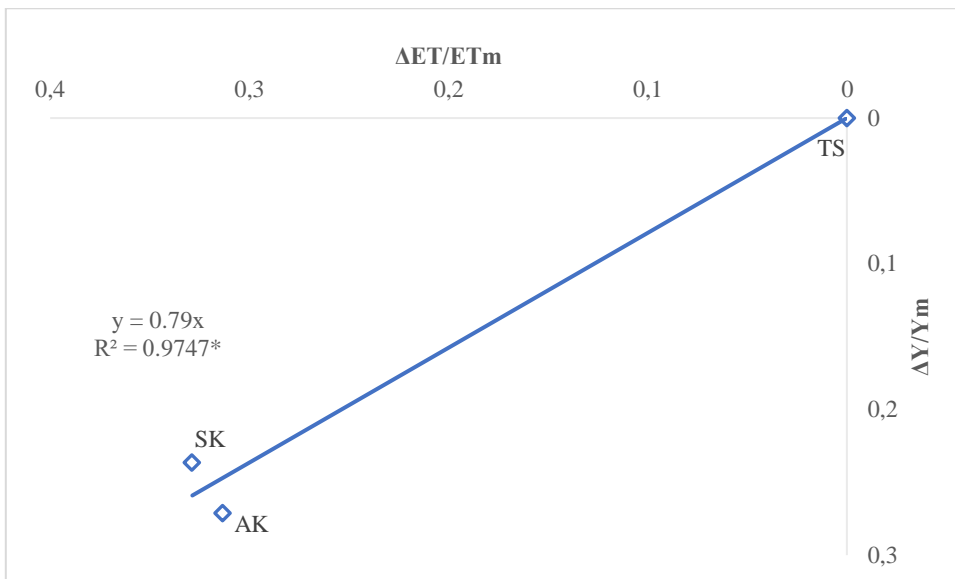


Şekil 4.11. Kestane kabağı 2019 yılı klasik kısıntı konuları k_y grafiği

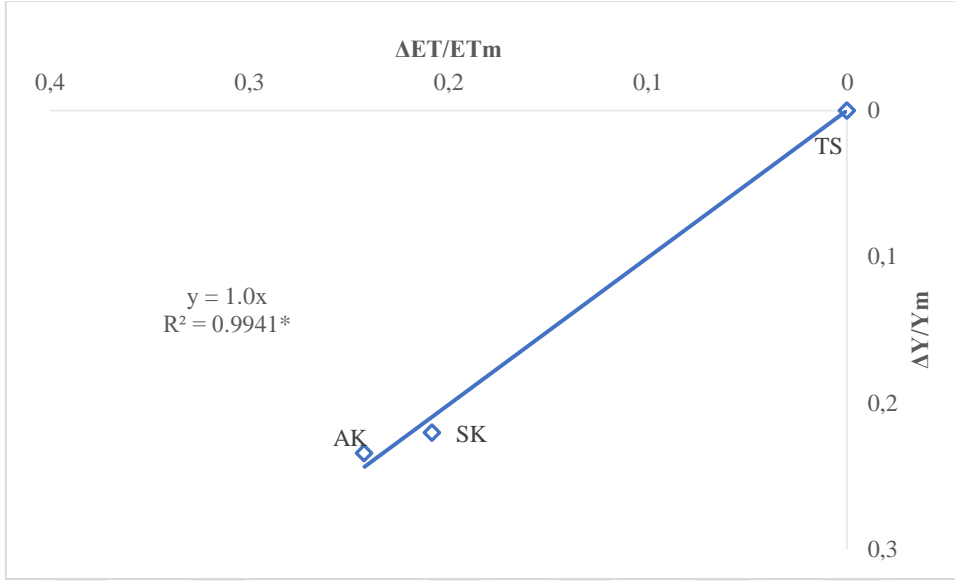


Şekil 4.12. Kestane kabağı 2017-2019 yılı klasik kısıntı konuları ortalama k_y grafiği

Bitki su tüketimindeki değişim ile oluşan oransal eksilmeye, verimdeki eksilme arasında 2017 ve 2019 yılları tek tek ele alındığında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) doğrusal bir ilişki saptanırken her iki yıl birlikte ele alındığında ($p < 0.01$) önem düzeyinde doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Kısmi kök kuruluğu teknikleri açısından 2017 yılı k_y değeri 0.79 (Şekil 4.13), 2019 yılı k_y değeri 1.0 (Şekil 4.14) olarak belirlenirken, ortalama k_y değeri (Şekil 4.15) ise 0.86 olarak elde edilmiştir.

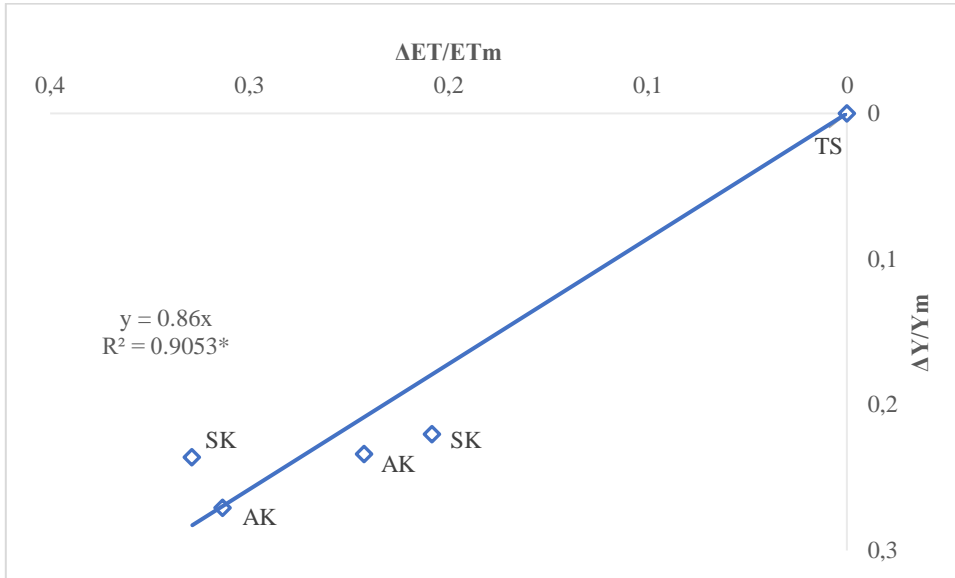


Şekil 4.13. Kestane kabağı 2017 yılı kısmi kök kuruluğu konuları k_y grafiği



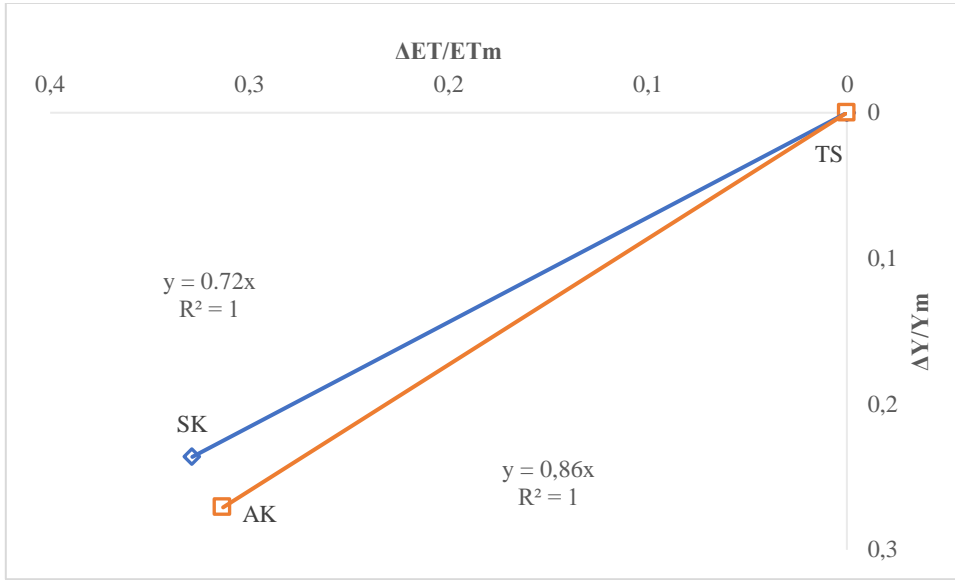
Şekil 4.14. Kestane kabağı 2019 yılı kısmi kök kuruluğu konuları k_y grafiği

Kısmi kök kuruluğu tekniği bitki su tüketimindeki değişim ile oluşan oransal eksilmeye, verimdeki eksilme arasında 2017, 2019 yıllarında ve her iki yıl birlikte ele alındığında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır.

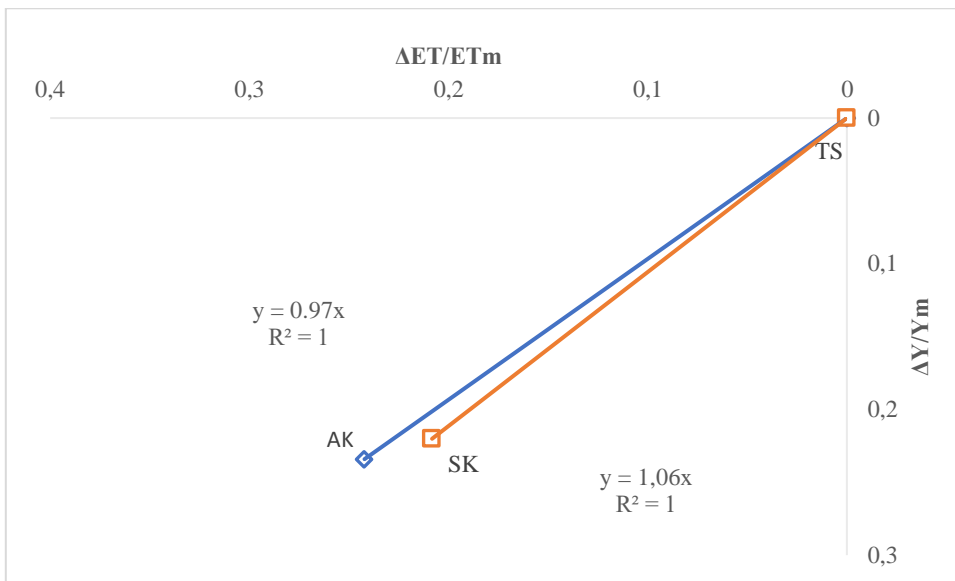


Şekil 4.15. Kestane kabağı 2017-2019 yılı kısmi kök kuruluğu konuları ortalama k_y grafiği

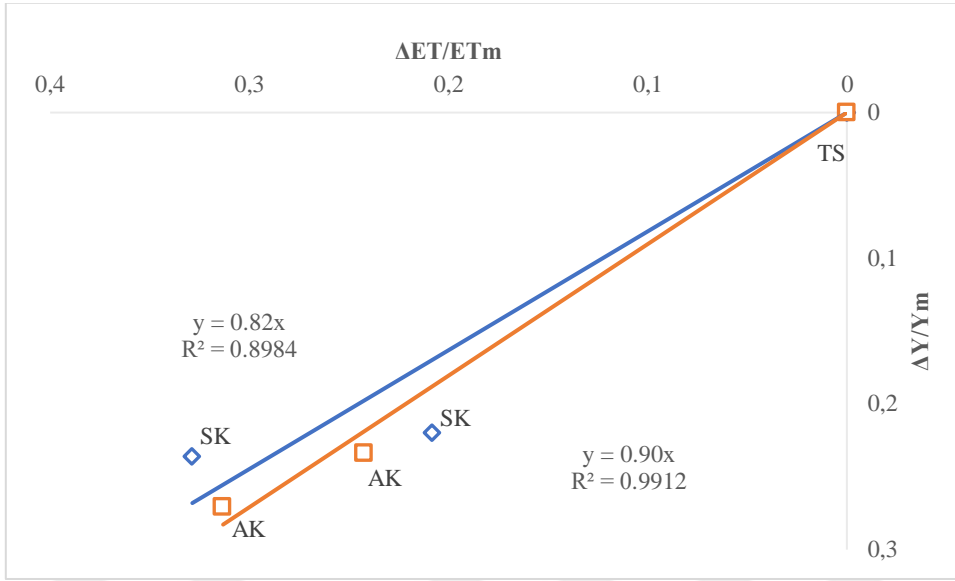
AK ve SK konuları ayrı ayrı ele alındığında 2017 yılı k_y değeri AK konusu için 0.86 ve SK konusu için 0.72 (Şekil 4.16). 2019 yılı k_y değeri AK konusu için 0.97 ve SK konusu için 1.06 (Şekil 4.17) olarak belirlenirken, ortalama k_y değeri ise AK konusu için 0.90 ve SK konusu için 0.82 (Şekil 4.18) olarak elde edilmiştir. Bitki su tüketimindeki değişim ile oluşan oransal eksilmeyle, verimdeki eksilme arasında her iki yıl birlikte ele alındığında AK ve SK konuları açısından istatistiksel olarak önemli bir etki olmamıştır.



Şekil 4.16. Kestane kabağı 2017 yılı AK ve SK konuları ortalama k_y grafiği



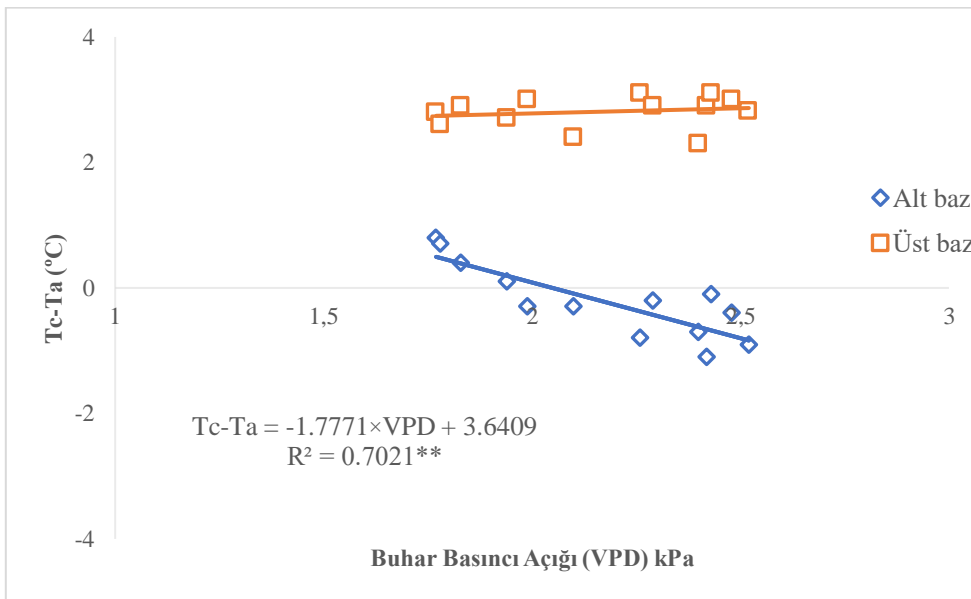
Şekil 4.17. Kestane kabağı 2019 yılı AK ve SK konuları k_y grafiği



Şekil 4.18. Kestane kabağı 2017-2019 yılı AK ve SK konuları ortalama k_y grafiği

4.17. Bitki Taç Sıcaklığı ve CWSI (Bitki su stres indeksi) Bulguları

Bitki taç sıcaklığı değerleri 2019 yılında ölçülmüş olup 1 Temmuz ile 16 Ağustos tarihleri arasında bulutsuz ve net ölçüm yapılabilen günlerde gerçekleştirilmiştir. Maksimum ve minimum stres altında ölçülen, bitki ile hava sıcaklığı farkıyla ($T_c - T_a$) buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiyi gösteren temel grafik Şekil 4.19'de verilmiştir.



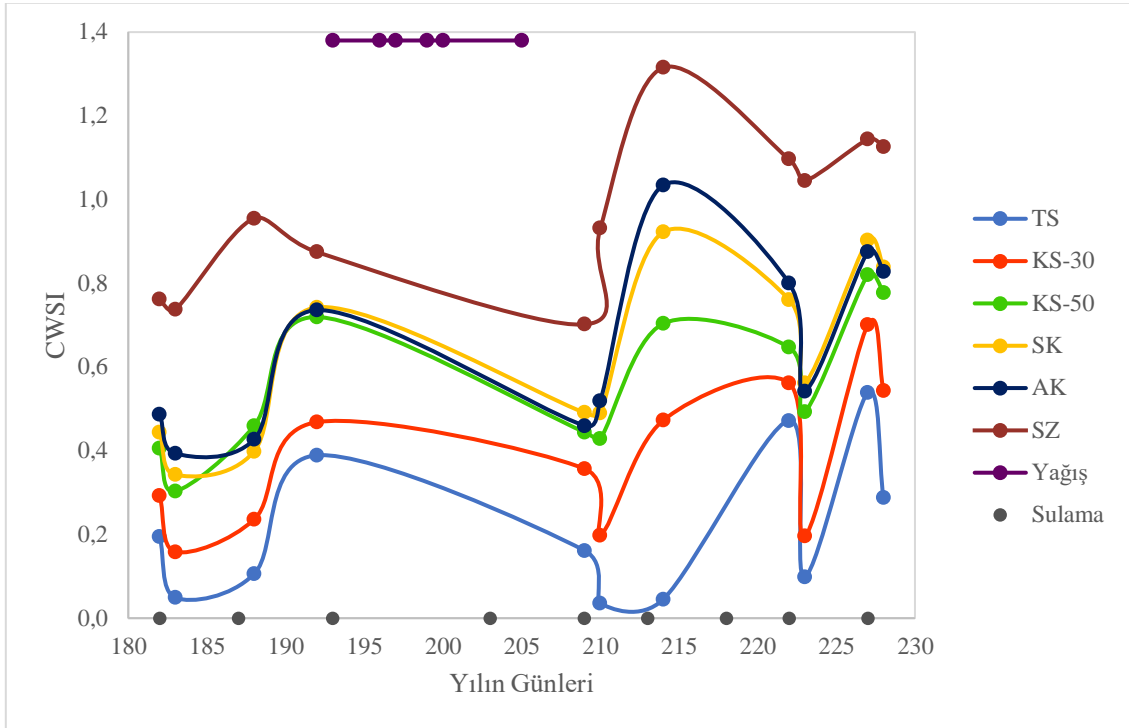
Şekil 4.19. Kestane kabağı taç-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı ilişkisi

TS konusundan elde edilen alt baz denklemi $T_c - T_a = -1.7771 \times VPD + 3.6409$ olarak belirlenmiştir. Üst baz değeri ise 2.81 olarak bulunmuştur. $T_c - T_a$ ile VPD arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Sulama öncesi, sonrası ve mevsimlik ortalama CWSI değerleri Çizelge 4.34’de verilmiştir. Kestane kabağı bitkisine uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça CWSI değeri artmıştır. En düşük mevsimlik CWSI değeri TS konusunda 0.22 olarak elde edilirken, en yüksek CWSI değeri 0.97 olarak SZ konusundan elde edilmiştir. TS ve SZ konuları CWSI değerleri arasındaki fark stresin etkisini açık bir şekilde göstermiştir. %50 kısıntı uygulanan KS-50 konusu ile kısmi kök kuruluğu konuları SK ve AK karşılaştırıldığında KS-50 konusunda SK ve AK konularına göre sırasıyla %12.5 ve %16.1 daha düşük ortalama CWSI değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.34. Sulama öncesi, sonrası ve mevsimlik ortalama CWSI değerleri

Yıl	Konular	Sulama öncesi ortalama CWSI	Sulama sonrası ortalama CWSI	Ortalama mevsimlik CWSI
2019	TS	0.35	0.10	0.22
	KS-30	0.48	0.30	0.38
	KS-50	0.61	0.53	0.56
	SK	0.67	0.59	0.63
	AK	0.67	0.62	0.65
	SZ	-	-	0.97

CWSI değerlerinin konular bazında değişimi Şekil 4.20’de verilmiştir. 12-19 Temmuz (Yılın günleri: 193-200) tarihleri arasında 24 mm yağış olması ve havanın bulutlu geçmesi CWSI değerinin düşmesine neden olmuştur. TS ve KS-30 konularına uygulanan sulama suyu miktarının diğer konulara göre fazla olması tam stres şartları oluşturmadığından daha düşük CWSI değerleri elde edilmiştir.

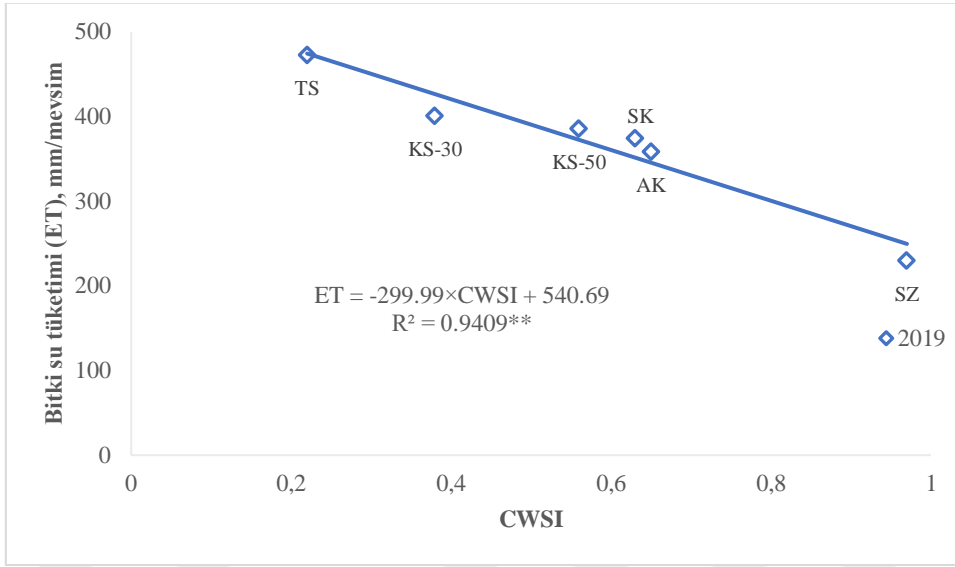


Şekil 4.20. Konular bazında CWSI değişimi

Özer (2012) yazlık kabakta CWSI değerini tam stresin olduğu susuz konuda 2010 yılında 0.77 ve 2011 yılında 0.91, tam sulanan konuda her iki yılda 0.27 olarak belirlerken, Kırnak ve ark. (2016) çerezlik kabak için susuz konuda 1.0 ve tam sulanan konuda 0.24 olarak belirlemiştir. Araştırmacılar CWSI değerinin sulama zamanı planlamasında kullanılabileceğini ifade etmiştir.

4.17.1. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile bitki su tüketimi ilişkisi

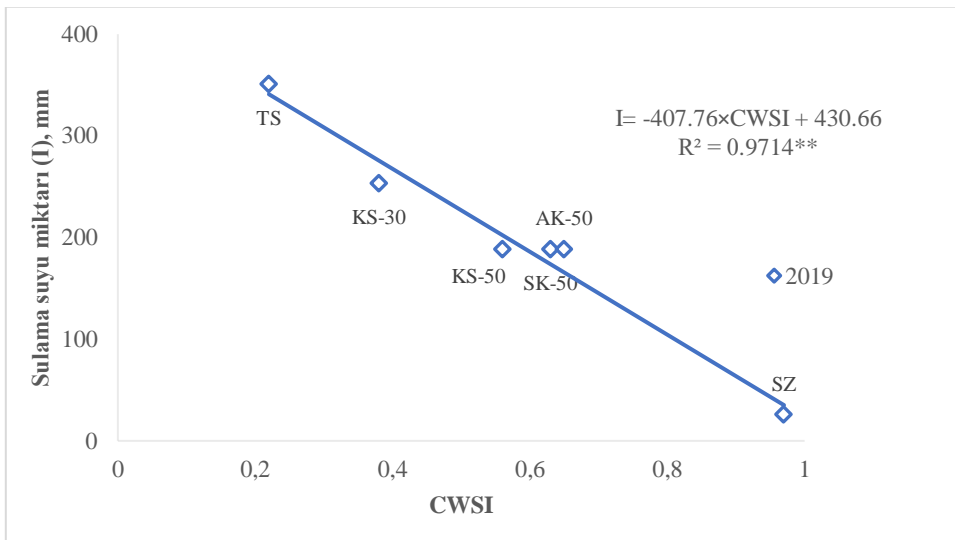
Denemede sulama konularına göre belirlenen bitki su tüketimlerine karşı CWSI ilişkisi Şekil 4.21’de verilmiştir. Bitki su tüketimi ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $ET = -299.99 \times CWSI + 540.69$ eşitliği elde edilmiştir. Bitki su tüketimindeki azalma CWSI değerini artırmıştır. Özer (2012) yazlık kabakta, Kırnak ve ark. (2016) çerezlik kabakta bitki su tüketimi ile CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 4.21. Bitki su tüketimi ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.2. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile sulama suyu ilişkisi

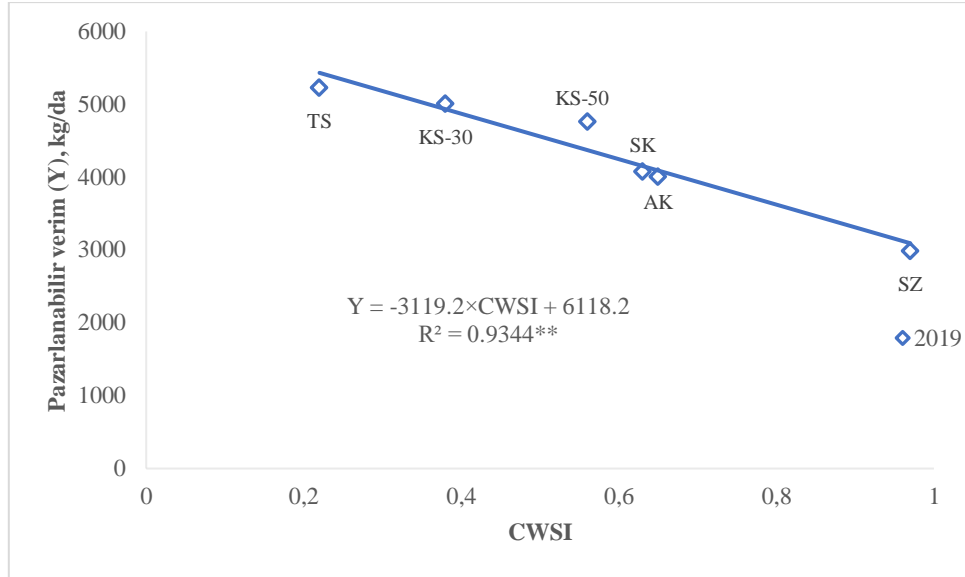
Denemede sulama konularına göre uygulanan sulama suyu miktarına karşı CWSI ilişkisi Şekil 4.22’de verilmiştir. Bitki su tüketimi ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $I = -407.76 \times CWSI + 430.66$ eşitliği elde edilmiştir. Sulama suyu miktarındaki azalma CWSI değerini artırmıştır. Özer (2012) yazlık kabakta, Kırnak ve ark. (2016) çerezlik kabakta sulama suyu miktarı ile CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 4.22. Sulama suyu miktarı ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.3. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile pazarlanabilir verim arasındaki ilişki

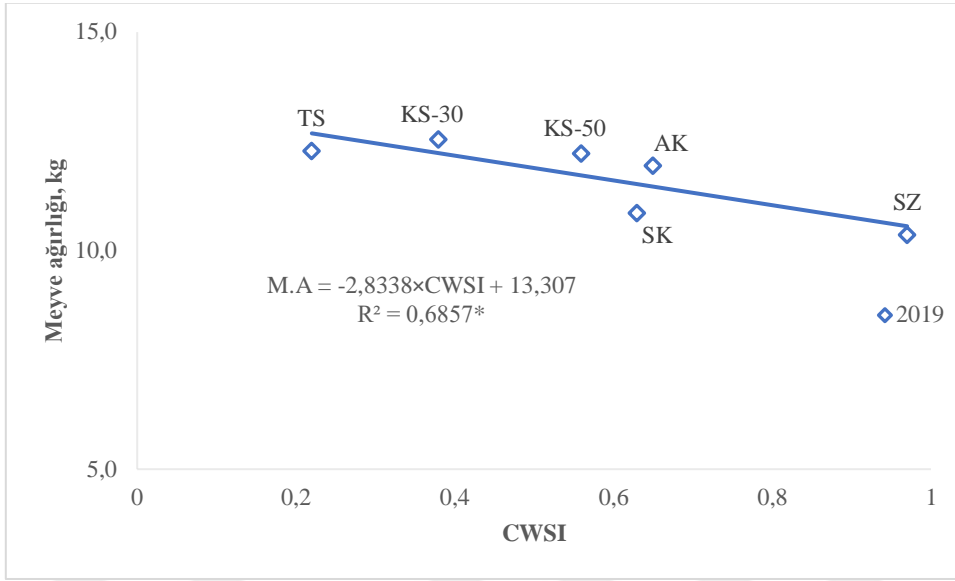
Denemede sulama konularına göre elde edilen pazarlanabilir verimle CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.23’de verilmiştir. Pazarlanabilir verim ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $Y = -3119.2 \times CWSI + 6118.2$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış verimi azaltmıştır. Özer (2012) yazlık kabakta, Kırnak ve ark. (2016) çerezlik kabakta pazarlanabilir verimle CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 4.23. Pazarlanabilir verim ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.4. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve ağırlığı arasındaki ilişki

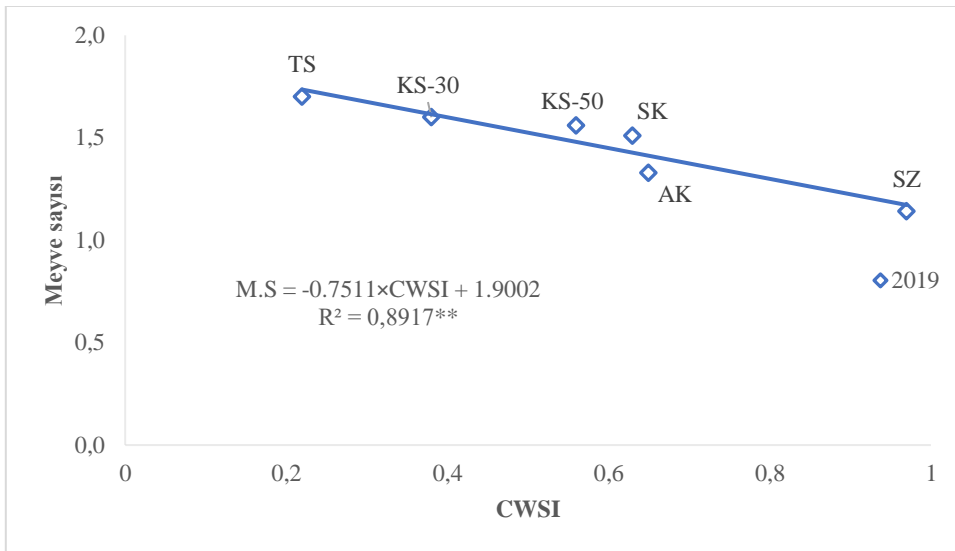
Denemede sulama konularına göre elde edilen meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.24’de verilmiştir. Meyve ağırlığı ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) doğrusal bir ilişki bulunan $M.A = -2,8338 \times CWSI + 13.307$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış meyve ağırlığını azaltmıştır. Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta meyve ağırlığı ile CWSI arasında benzer bir sonuç elde etmiştir.



Şekil 4.24. Meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.5. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve sayısı arasındaki ilişki

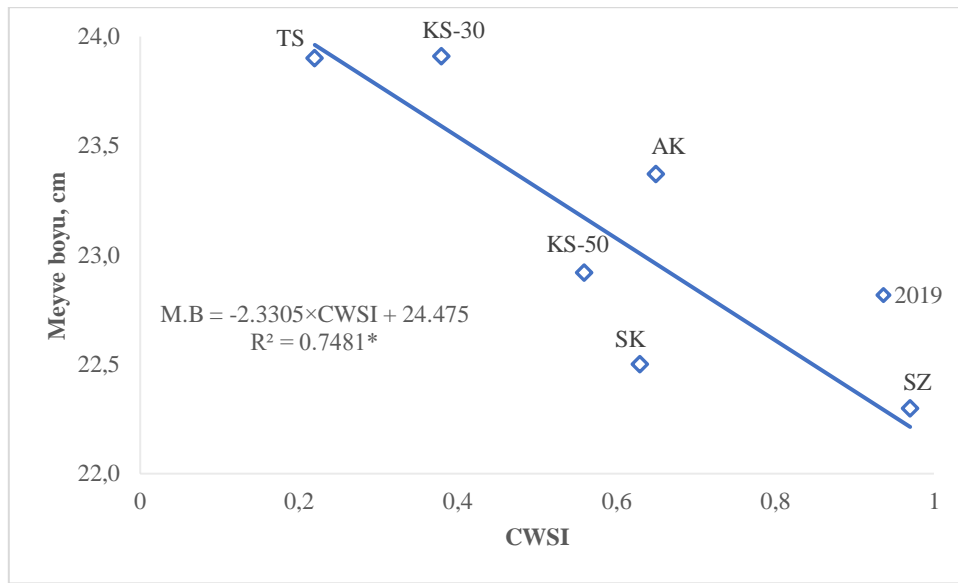
Denemede sulama konularına göre elde edilen meyve sayısı ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.25’de verilmiştir. Meyve sayısı ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $M.S = -0.7511 \times CWSI + 1.9002$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış meyve sayısını azaltmıştır. Kırnak ve Doğan (2009) kavunda meyve sayısı ile CWSI arasında benzer bir sonuç elde etmiştir.



Şekil 4.25. Meyve sayısı ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.6. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve boyu arasındaki ilişki

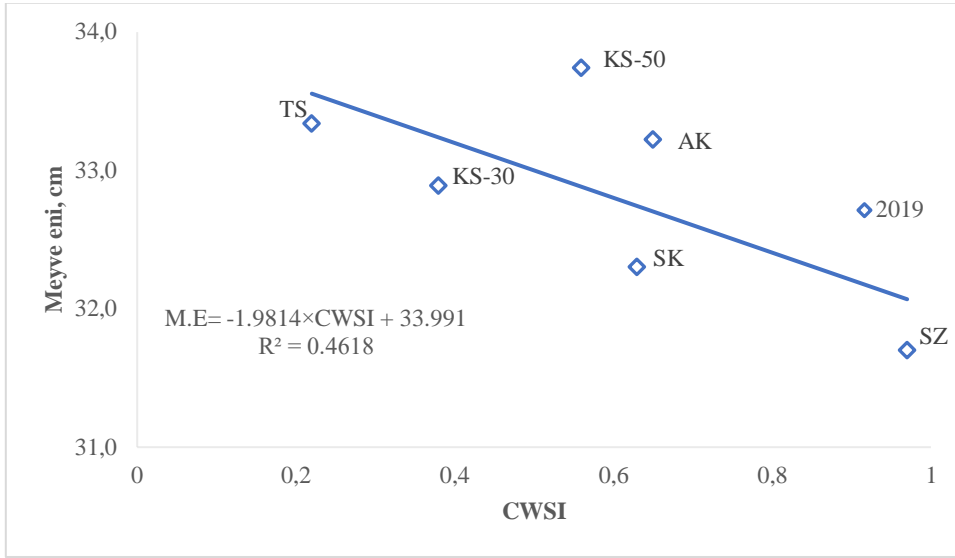
Denemede sulama konularına göre elde edilen meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.26’da verilmiştir. Meyve boyu ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) doğrusal bir ilişki bulunan $M.B = -2.3305 \times CWSI + 24.475$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış meyve boyunu azaltmıştır. Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta meyve boyu ile CWSI arasında benzer bir sonuç elde etmiştir.



Şekil 4.26. Meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.7. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile meyve eni arasındaki ilişki

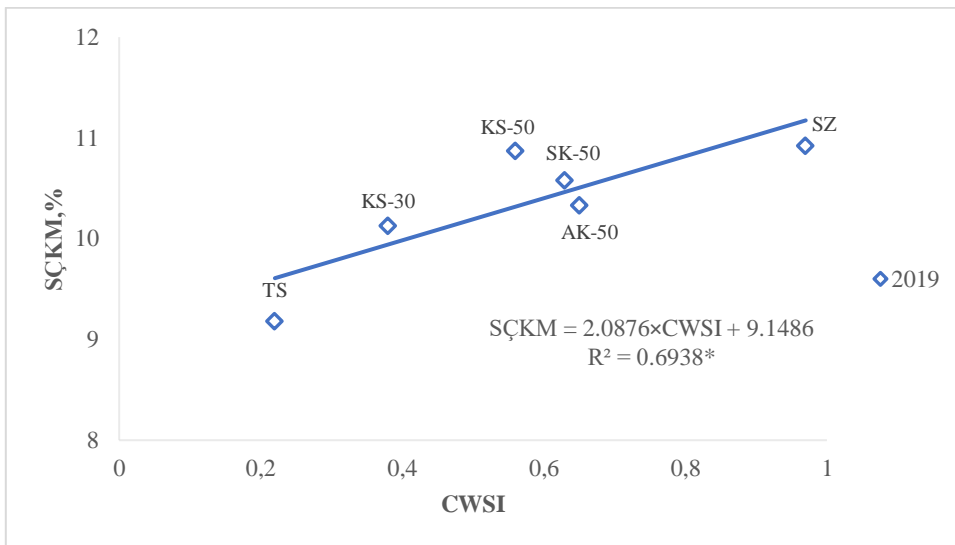
Denemede sulama konularına göre elde edilen meyve eni ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.27’de verilmiştir. Meyve eni ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli olmayan bir ilişki bulunan $M.E = -1.9814 \times CWSI + 33.991$ eşitliği elde edilmiştir. Kestane kabağında CWSI değerindeki artış meyve eninde mutlak bir azalmaya neden olmamasına karşın susuz konu olan SZ konusunda sulanan konulara göre azalan bir eğilim oluşmuştur. Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta meyve boyu ile CWSI arasında artan su stresiyyle meyve eninin azaldığını belirtmiştir. Ekolojik faktörler, yetiştirme koşulları ve ekim sıklığı CWSI ile meyve eni değişimini etkilemiş olabilir.



Şekil 4.27. Meyve eni ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.8. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile SÇKM arasındaki ilişki

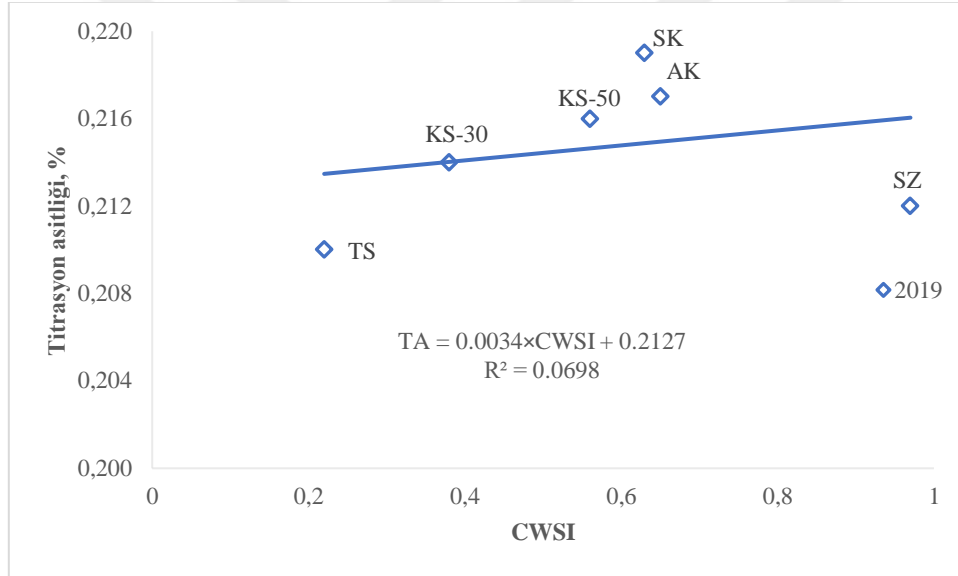
Denemede sulama konularına göre elde edilen SÇKM değeri ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.28’de verilmiştir. SÇKM ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) doğrusal bir ilişki bulunan $SÇKM = 2,0876 \times CWSI + 9,1486$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış SÇKM değerini artırmıştır. Kırnak ve Doğan (2009) kavunda, Sezen ve ark. (2014) kırmızı biberde, Bozkurt Çolak ve Yazar (2017) üzümde SÇKM ile CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 4.28. SÇKM ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.9. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile titrasyon asitliği arasındaki ilişki

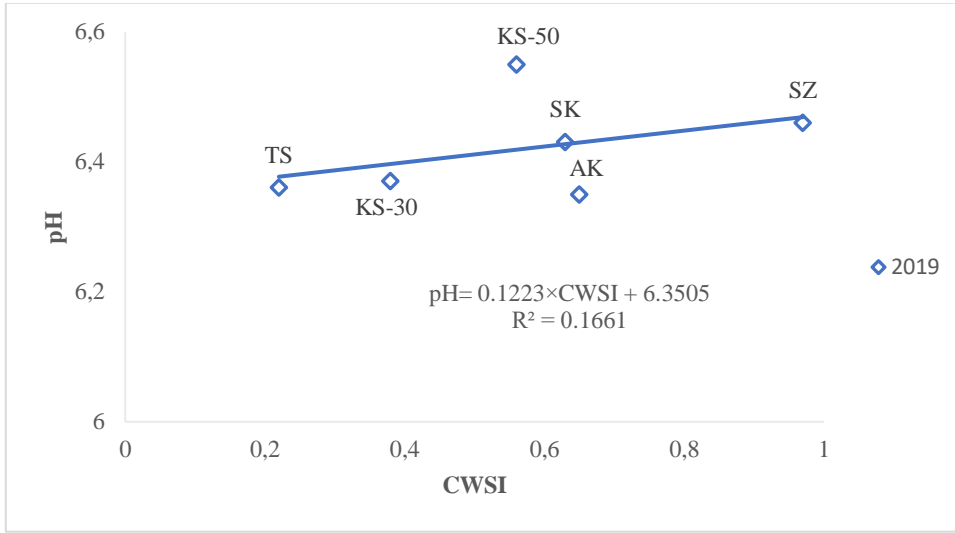
Denemede sulama konularına göre elde edilen titrasyon asitliği değeri ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.29'da verilmiştir. Titrasyon asitliği değeri ile CWSI arasında istatikselsel olarak önemli olmayan bir ilişki bulunan $TA = 0.0034 \times CWSI + 0.2127$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki değişim titrasyon asitliği değerini etkilememiştir. Bozkurt olak ve Yazar (2017) zmde CWSI değerindeki artışın titrasyon asitliği değerini 2009 ve 2010 yılında azaltırken 2012 yılında artırdığını, kısmi kök kuruluğuunda elde edilen titrasyon asitliği değerlerinin kısıntılı sulama uygulamalarına göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.29. Titrasyon asitliği ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.10. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile pH arasındaki ilişki

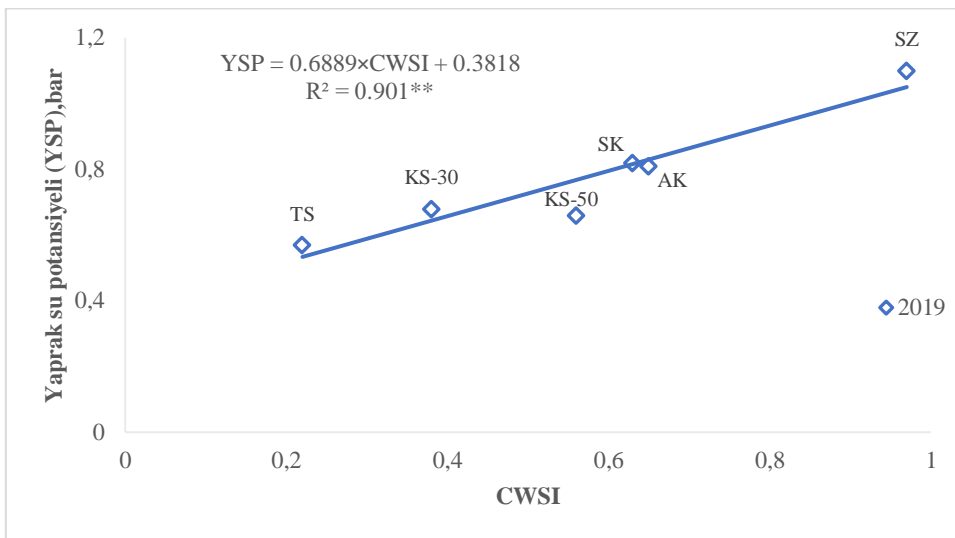
Denemede sulama konularına göre elde edilen pH değeri ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.30'da verilmiştir. pH değerini ile CWSI arasında istatikselsel olarak önemli olmayan bir ilişki bulunan $pH = 0.1223 \times CWSI + 6.3505$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış AK konusu hariç pH değerini artırıken, KS-50 ve SZ konularındaki artış diğer konulara göre daha fazla olmuştur. Erdem ve ark. (2005) kavunda CWSI değerindeki artışın pH değerini artırdığını bildirmiştir.



Şekil 4.30. pH ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.11. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile YSP arasındaki ilişki

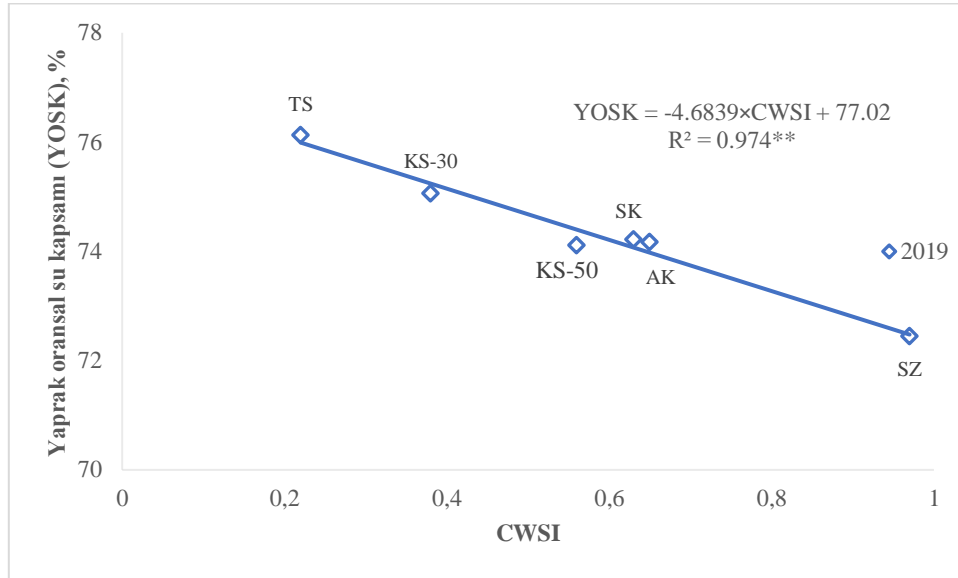
Denemede sulama konularına göre elde edilen YSP değeri ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.31’de verilmiştir. YSP ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $YSP = 0.6889 \times CWSI + 0.3818$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış YSP değerini artırmıştır. Köksal (2006) şeker pancarında, Bellvert ve ar. (2015) üzümde, Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta YSP ile CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 4.31. YSP ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.12. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile YOSK arasındaki ilişki

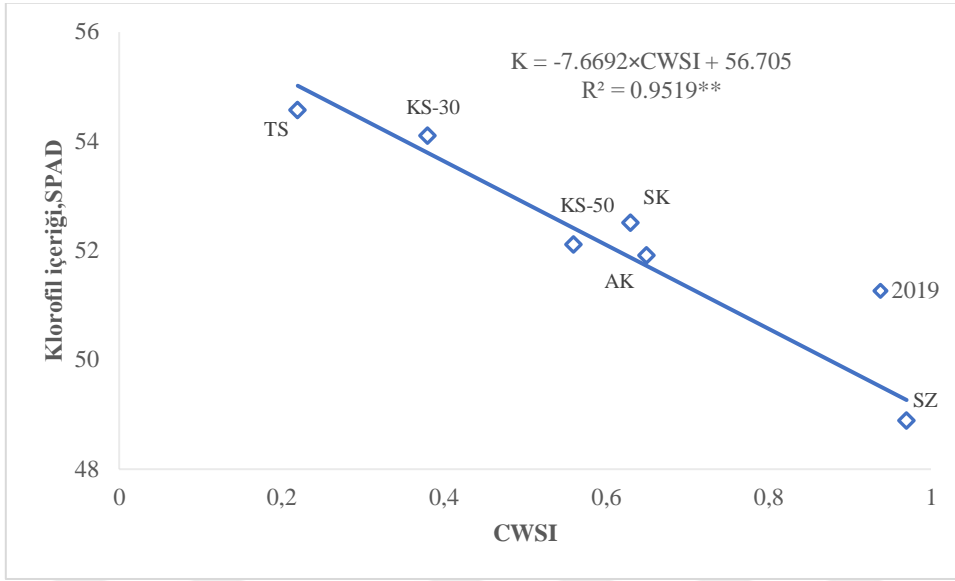
Denemede sulama konularına göre elde edilen YOSK değeri ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.32’de verilmiştir. YOSK ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $YOSK = -4.6839 \times CWSI + 77.02$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış YOSK değerini düşürmüştür. Kırnak ve Doğan (2009) kavunda, Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta YSP ile CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 4.32. YOSK ile CWSI arasındaki ilişki

4.17.13. CWSI (Bitki su stres indeksi) ile klorofil içeriği arasındaki ilişki

Denemede sulama konularına göre elde edilen klorofil içeriği ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 4.33’de verilmiştir. Klorofil içeriği ile CWSI arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) doğrusal bir ilişki bulunan $K = -7.6692 \times CWSI + 56.705$ eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerindeki artış klorofil içeriği değerini düşürmüştür. Kırnak ve Doğan (2009) kavunda Kırnak ve ark. (2017) çerezlik kabakta YSP ile CWSI arasında benzer sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 4.33. Klorofil içeriği ile CWSI arasındaki ilişki

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tokat'ta kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama programlarının Arıcan 97 kestane kabağının su stresine tepkisini belirlemek amacıyla Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre kestane kabağına uygulanan sulama suyu miktarları deneme konularına göre 2017 yılında 8.0 ile 282.5 mm arasında ve 2019 yılı için 25.7 ile 350.5 mm arasında değişim gösterirken, mevsimlik bitki su tüketimi ise 2017 yılında 178.7 mm ile 433.8 mm arasında ve 2019 yılı içinse 230.1 mm ile 472.5 mm arasında değişim göstermiştir.

Araştırmada elde edilen verim değerleri varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Uygulanan sulama suyu, verimi 2017 yılında %1 seviyesinde etkilerken 2019 yılında etkilememiştir. En yüksek verim her iki deneme yılında da TS konusundan elde edilmiştir. TS konusundan her iki deneme yılında da SZ konusundan 1.8 kat daha fazla verim elde edilmiştir. TS konusuna uygulanan suyun yarısı kadar su uygulanan KS-50 konusunda, SK ve AK konularına göre sırasıyla 2017 yılında %6.8 ve %1.9 daha az verim elde edilirken, 2019 yılında sırasıyla %14.4 ve %15.9 daha fazla verim elde edilmiştir.

Denemede uygulanan sulama suyu (I) ile verim (Y) değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önemlilik düzeyine sahip 2017 yılı için $Y = 6.3893 \times I + 2074.5$ ve 2019 yılı için $Y = 7.2314 \times I + 2907$ doğrusal eşitlikleri elde edilmiştir. Artan sulama suyu miktarı verimi olumlu etkilemiştir.

Su Kullanım Etkinliği (Water Use Efficiency, WUE) değeri sulama programından etkilenmezken, Sulama Suyu Kullanım Etkinliği (Irrigation Water Use Efficiency, IWUE) değeri 2017 yılında %5 seviyesinde etkilenirken 2019 yılında etkilenmemiştir. WUE yıllara göre 9.3-12.5 kg/m³, IWUE ise yıllara göre 14.3-25.3 kg/m³ arasında değişmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde KS-50 konusunda SK ve AK

konularına göre WUE değeri sırasıyla %1.8 ve %3.7 ve IWUE değeri %5.1 ve %8 daha yüksek elde edilmiştir.

Kestane kabağı kurak koşullar altında yetiştirilse de geniş yaprak yüzeyi nedeniyle suya çokça ihtiyaç duymaktadırlar. Verim tepki föktörü (k_y) 2017 yılı için 0.82, 2019 yılı için 0.76 ve ortalama olarak 0.79 olarak elde edilmiştir. Kısmi kök kuruluşu teknikleri açısından 2017 yılı k_y değeri 0.79, 2019 yılı k_y değeri 1.0 olarak belirlenirken, ortalama k_y değeri ise 0.86 olarak elde edilmiştir. Bitki su stresine karşı toleranslı olan kestane kabağında sulamayla birlikte önemli bir verim artışı sağlanabilir

Araştırmada Bitki Su Stres İndeksi (Crop Water Stress Index, CWSI) değerinin hesaplanmasında kullanılan üst baz çizgisi 2.81 ve alt baz denklemi ise $T_c - T_a = -1.7771 \times VPD + 3.6409$ olarak belirlenmiştir. CWSI değerleri konular bazında 0.22 ile 0.97 arasında değişmiştir. Yüksek verim elde etmek için kestane kabağının CWSI değerinin 0.22-0.38 aralığında sulanması önerilmekle birlikte bu değerler uzun süreli çalışmalar ile doğrulanmalıdır. CWSI ile verim değeri arasında istatistiksel açıdan %1 önemlilik düzeyine sahip $Y = -3119.2 \times CWSI + 6118.2$ eşitliği bulunmuştur. Belirlenen bu eşitliklerle sulama zamanı planlaması ve verim tahmini gerçekleştirilebilir. CWSI ile meyve ağırlığı, meyve sayısı, meyve boyu, meyve eni ve SÇKM arasında yüksek korelasyon saptanırken titrasyon asitliği ve pH arasında zayıf korelasyon saptanmıştır. CWSI ile YSP, YOSK ve klorofil içeriği arasında istatistiksel açıdan %1 önemlilik düzeyine sahip ilişkiler saptanmıştır.

Farklı sulama seviyeleri ile Yaprak Su Potansiyeli (YSP), Yaprak Oransal Su Kapsamı (YOSK) ve klorofil içeriği arasında istatistiksel açıdan %1 önemlilik düzeyine sahip ilişkiler belirlenmiştir. YSP 2017 yılında -1.14 ile -1.73 bar, 2019 yılında -0.57 ile -1.09 bar arasında, YOSK 2017 yılında %60.06-65.74, 2019 yılında %72.45-76.13 arasında ve klorofil içeriği (SPAD) ise 2017 yılında 47.99-53.75 ve 2019 yılında 48.88-54.57 arasında değişim göstermiştir.

Araştırma bulguları ele alındığında kestane kabağının tam sulanan koşullarda en yüksek verim değerine ulaştığı belirlenmiştir. KS-30 konusunda %28 su tasarrufu yapıldığında

verim kaybı %12 olmuştur. KS-50, SK ve AK konularında %47 su tasarrufu yapıldığında verim kaybı sırasıyla, %17, %23 ve %25 olmuştur. Kısmi kök kuruluğu ve klasik kısıntılı sulama karşılaştırıldığında verim ve kalite açısından kısmi kök kuruluğu sulama tekniğinin önemli bir avantajının belirlenmediği söylenebilir. Tokat koşullarında damla sulama yöntemiyle kestane kabağı sulamasında TS konusu önerilebilir. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde su tasarrufu açısından KS-50 konusu önerilebilir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen kestane kabağı su üretim fonksiyonları, sulama programı ve CWSI değeri ülkemiz ve dünyada yürütülecek çalışmalara kaynak teşkil edecektir.

6. KAYNAKLAR

- Ahmadi, S.H., Andersen, M.N., Plauborg, F., Poulsen, R.T., Jensen, C.R., Sepaskhah, A.R. ve Hansen, S., 2010. Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: gas exchange and xylem [ABA]. *Agricultural Water Management*, 97, 1486–1494.
- Alam, M. ve Zimmerman, R., 2001. Subsurface drip irrigation and plastic mulch effects on yield and brix levels of Kabocha squash, *Cucurbita moschata*. Dept. Biol. Agric. Eng., Kansas State Univ., Manhattan, Kan.
- Alderfasi, A.A. ve Nielsen, D.C., 2001. Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. *Agric. Water Manag*, 47, 69-75.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. ve Smith, M., 1998. *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy.
- Amer, K.H., 2011. Effect of irrigation method and quantity on squash yield and quality. *Agric. Wat. Manage*, 98, 1197-1206.
- Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatah, A.M. ve AL-Harbi, A.R., 2005. Effect of drip irrigation on squash (*CucurbitaPepo*) yield and water use efficiency in sandy calcaresus soils amended with clay deposits. *Agric. Wat. Manage*, 73, 43-55.
- Ashley, R.M., Clingeleffer, P.R., Emmett, R.W. ve Dry, P., 2006. Effects of canopy and irrigation management on Shiraz production, quality and disease development in Sunraysia region. In: Oag, D., DeGaris, K., Partridge, S., Dundon, C., Johnstone, M.R.S., Hamilton, R. (Eds.), *Finishing the job: Optimal ripening of Cabernet Sauvignon and Shiraz: Proceedings, ASVO, Seminar, Mildura Arts Centre, Mildura, Victoria, Friday, 21 July 2006*. Australian Society of Viticulture and Oenology, Adelaide, s. 36–40.
- Aslan, İ., 2017. Bazı Ümitvar Kestane Kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) Çeşit Adaylarının Meyve Özellikleri ile Verim Değerlerinin Stabilitate Analizi ile Belirlenmesi. (Y. Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.

- Atherton, J. ve Rudich, J., 1986. The tomato crop chapman and hall. London, U.K., 859.
- Balkaya, A. ve Uzun, S., 2009. Türkiye sebze genetik kaynaklarının organik bitki ıslahı ile organik çeşit geliştirilmesinde kullanılabilirliklerinin değerlendirilmesi. International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems, 03-07 February, Famagusta, North Cyprus.
- Balkaya, A., Özbakır, M. ve Karaağaç, O., 2010a. Karadeniz Bölgesi'nden toplanan bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) populasyonlarındaki meyve özelliklerinin karakterizasyonu ve varyasyonun değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 16(2010), 17-25.
- Balkaya, A., Özbakır, M. ve Kurtar, E.S., 2010b. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea Region of Turkey. African Journal of Biotechnology, 9(2), 152-162.
- Balkaya, A., Kurtar E.S., Yanmaz, R. ve Özbakır, M., 2011. Karadeniz Bölgesi'ndeki Kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) populasyonlarından seleksiyon ıslahı yoluyla geliştirilen çeşit adayları. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran, Bildiriler Kitabı-1, 17-22, Samsun, Türkiye.
- Barzegar, T., Lotfi, H., Rabiei, V., Ghahremani, Z. ve Nikbakht J., 2017. Effect of water-deficit stress on fruit yield, antioxidant activity, and some physiological traits of four Iranian melon genotypes. Iranian Journal of Horticultural Science, Special Issue (13-25).
- Bellingham, B.K., 2009. Method for irrigation scheduling based on soil moisture data acquisition. United States Committee on Irrigation and Drainage Irrigation District Specialty Conference, s: 383-400, Reno, Nevada.
- Bellvert, J., Marsal, J., Girona, J. ve Zarco-Tejada, P.J., 2015. Seasonal evolution of crop water stress index in grapevine varieties determined with high-resolution remote sensing thermal imagery. Irrig Sci, 33(2015), 81-93.
- Bisognin, A.D., 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. Ciencia Rural Santa Maria, 32(5), 715-723.
- Bowman, W.D., 1989. The relationship between leaf water status, gas exchange, and spectral reflectance in cotton leaves". Remote Sensing Environment, 30, 249-255.

- Bozkurt Çolak, Y. ve Yazar, A., 2017. Evaluation of crop water stress index on royal table grape variety under partial root drying and conventional deficit irrigation regimes in the Mediterranean Region. *Scientia Horticulturae*, 224, 384–394.
- Cemek, B., Demir, Y., Güler, M. ve Karaman S., 2007. The evaluation of different arid conditions using geographic information systems in Yesilirmak basin. In: *Proceedings of The International Congress on River Basin Management, Vol. II*, 68-77. Antalya, Turkey.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları, 682 s, Ankara.
- Colaizzi, P.D., Barnes, E.M., Clarke, T.R., Choi, C.Y. ve Waller, P.M., 2003. Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. *J. of Irrig. and Drain.*, 129, 27-35.
- Cömert, M.M., 2013. İşlenmiş ve İşlenmemiş Arazi Koşullarında İkinci Ürün Karnabaharın (*Brassica Oleraceae Var. Botrytis*) Bitki Su Tüketimi. (Y. Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Deveci, M., Cabı, E., Arın, L. ve Yavas, O., 2017. The Effect of Water Deficit on some Physiological Properties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench cv. "Sultani". *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. The Special Issue of 2nd International Balkan Agriculture Congress*, 48-54.
- Doorenbos, J. ve Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 33*. Rome, FAO.
- Duraktekin, G., Bozkurt Çolak, Y., Özfıdaner, M., Baydar, A. ve Gönen, E., 2018. Karpuzda farklı sulama programlarının klorofil içeriğine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.*, 24 (Özel Sayı), 179-187.
- El-Mageed, T.A.A. ve Semida, W.M.E., 2015. Effect of deficit irrigation and growing seasons on plant water status, fruit yield and water use efficiency of squash under saline soil. *Sci. Hortic.*, 186, 89–100.
- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H. ve Okursoy, H., 2005. Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). *Journal of Central European Agriculture*, 6(4), 449-460.

- Erdem, Y., Şehirali, S., Erdem, T. ve Kenar, D., 2006. 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. ve Gültaş, H.T., 2010. Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. Var. *Ítalica*). Agric. Wat. Manage. 98: 148-156.
- Ertek, A., Şensoy, S., Küçükyumuk, C. ve Gedik, I., 2004. Irrigation frequency and amount effect yield component of summer squash (*Cucurbitapepo* L.). Agric. Wat. Manage, 67, 63-76.
- Fandika, I.R., Kemp, P.D., Milner, J.P. ve Horne, D.J., 2011. Yield and water use efficiency in buttercup squash (*Cucurbita maxima* Duchesne) and heritage pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn). Aust. J. Crop. Sci., 5, 742-747.
- Farag, A. ve Ferriare, M.I., 2018. Influence of deficit irrigation and partial dry of root zone on squash crop yield and water use efficiency. Misr J. Ag. Eng., 35(4), 1271-1292.
- Fucs, M. ve Tanner, C.B., 1966. Infrared thermometry of vegetation. Agronomy J., 58, 597-601.
- Gençoğlan, C. ve Yazar, A., 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Giuliani, M.M., Nardella, E., Gagliardi, A. ve Gatta, G., 2017. Deficit irrigation and partial root-zone drying techniques in processing tomato cultivated under mediterranean climate conditions. Sustainability, 9,2-15.
- Hakeem, A.Y., Liu, L., Xie, S.T., Ata-Ul-Karim, S.T. ve Samiullah, H.J., 2016. Comparative effects of alternate partial root-zone drying and conventional deficit irrigation on growth and yield of field grown maize (*Zea mays* L.) hybrid. Journal of Environmental & Agricultural Sciences, 6, 23-31.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. ve Solomon, K.H., 1990. Crop yield response: management of farm irrigation system (Ed: HOFFMAN, G.J. ve ark.). ASAE, 312 p.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J. ve Hatfield, J.L., 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agric. Meteorol. 24: 45-55.

- İrmak, S., Dorota, Z.H. ve Baştuğ, R., 2000. Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. *Agron. J.*, 92, 1221-1227.
- İrik, H.A., 2018. Çerezlik Kabakta Tarla Düzeyli Uzaktan Algılama Tekniklerinin Verim, Kalite Tahmini ve Sulama Suyu Yönetiminde Kullanılması. (Doktora Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. ve Allen, R.G., 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. American Society of Civil Engineers, Manual of Practice No: 70, New York.
- Kanber, R., 1997. Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530 s, Adana.
- Kang, S. ve Zhang, J., 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: Its physiological consequences and impact on water use efficiency. *J. Exp. Bot.*, 55,2437–2446.
- Kanemasu, E.T., Steiner, J.L., Biere, A.W., Worman, F.D. ve Stone, J.F., 1983. Irrigation in the great plains. *Developments in Agricultural and Managed Forest Ecology*, 12, 157-178.
- Kıran, S., Özkay, F., Ellialtıoğlu Ş. ve Kuşvuran, Ş., 2014. “Kuraklık stresi uygulanan kavun genotiplerinde bazı fizyolojik değişimler üzerine araştırmalar”. *Toprak Su Dergisi*, 3(1), 53-58.
- Kırda, C., Cetin, M., Y., Dasgan, Y., Topcu, S., Kaman, H., Ekici, B., Derici, M.R. ve Ozguven, A.I., 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agric. Water Manag.*, 69, 191– 201.
- Kırnak, H. ve Doğan E., 2009. Effect of seasonal water stres imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic condition. *Irrigation Science*, 27, 155-164.
- Kırnak, H., Ünlükara, A., İrik, H.A. ve Köksal, E.S., 2016. Use of Crop Water Stress Index for Pumpkin Seed. 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry, vol.30, Bursa, Turkey, pp.301-306.

- Kırnak, H., Yetişir, H., Ünlükara, A., Köksal, E.S., Ulaş, A. ve Sipahioğlu, O., 2017. İç Anadolu Bölgesinde Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Çerezlik Kabakta Farklı Sulama Seviyelerinin Bitkisel Gelişim, Tohum Verimi ve Kalitesi ile Vejetasyon İndekslerinin Sulama Yönetiminde Kullanımı (Proje No. 114O225). TÜBİTAK ARDEB, Aydın.
- Kırnak, H., İrik H.A. ve Ünlükara, A., 2019. Potential use of crop water stress index (CWSI) in irrigation scheduling of drip-irrigated seed pumpkin plants with different irrigation levels. *Scientia Horticulturae*, vol.256, 2019.
- Klosowski, E.S., Lunardi, D.M.C. ve Sandanielo, A., 1999. Determinação do consumo de água e do coeficiente de cultura da abóbora na região de botucatu. *Sp. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 3(3), 409-412.
- Köksal, E.S., 2006. Sulama Suyu Düzeylerinin Şeker Pancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektrodadyometre ile Belirlenmesi. (Doktora tezi), Ankara Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Köksal, E.S., Üstün, H. ve İlbeyi, A., 2010. Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 25-36.
- Kuslu, Y., Sahin, U., Kiziloglu, M.F. ve Memis, S., 2014. Fruit yield and quality, and irrigation water use efficiency of summer squash drip-irrigated with different irrigation quantities in a semi-arid agricultural area. *J. of Integrative Agriculture.*, 13(11), 2518-2526.
- Martim, C.C, Silva, S.G., Fereda, B.G., Souza, A.P., Silva, A.C. ve Pizzatto, M., 2018. Evapotranspiration and water response function of squash cv. 'Italiana' under different cultivation conditions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(9), 640-647.
- MGM, 2020. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx> (Erişim tarihi: 20.05.2020).
- Mingo, D.M., Theobald, J.C., Bacon, M.A., Davies, W.J. ve Dodd, I.C., 2004. Biomass allocation in tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants grown under partial root-zone drying: enhancement of root growth. *Funct. Plant Biol.*, 31, 971–978.

- Nielsen, D.C. ve Gardner, B.R., 1987. Scheduling irrigations for corn with the crop water stress index (CWSI). *Appl Agric Res*, 2, 295–300.
- Orta, A.H., Erdem, T. ve Erdem, Y., 2002. Determination of water stress index in sunflower, *Helia*, 37, 27-38.
- Orta, A. H., Erdem, Y. ve Erdem, T., 2003. Crop water stress index for watermelon. *Scientia Hort.*, 98, 121-130.
- Ödemiş, B. ve Baştuğ, R., 1999. İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması, *J of Agric. And Forestry* 23: 31-37.
- Özbahçe, A., Tarı, A.F., Yücel, S., Okur, O. ve Padem, H., 2014. Influence of limited water stress on yield and fruit quality of melon under soil-borne pathogens. *Toprak Su Dergisi*, 3(1), 70-76.
- Özer, S., 2012. Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Bitkisinin Sulama Zamanının Planlanmasında Bitkiye Dayalı Ölçüm Tekniklerinin Kullanım Olanakları. (Y. Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Özseven, S., 2010. Kestane Kabağı Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No:11, Sakarya, 19 s.
- Payero, J.O. ve Irmak, S., 2008. Design, construction, installation, and performance of two large repacked weighing lysimeters for measuring crop evapotranspiration. *Irrigation Science* 26:191-202.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M. ve Colla, G., 2008. Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43(3), 730-736.
- Roura, S.I., Del Valle, C.E., Agüero, L. ve Davidovich, L.A., 2007. Changes in apparent viscosity and vitamin C retention during thermal treatment of Butternut Squash (*Cucurbita moschata* Duch) pulp: effect of ripening stage. *Journal of Food Quality*, 30, 538-551.

- Sarı, N., Tan, A., Yanmaz, R., Yetişir, H., Balkaya, A., Solmaz, I. ve Aykas, L., 2008. General Status of Cucurbit Genetic Resources in Turkey. Cucurbitaceae 2008. Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M.ed.). INRA. Avignon, France, pp. 21-32.
- Sekendur, F., 2017. Çerezlik Kabak Bitkisinde (*Cucurbita pepo* L.) Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Su Stresinin Verime ve Ürün Kalitesine Etkisi. (Y. Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Sepaskhah, A.R. ve Ahmadi, S.H., 2010. A review on partial root-zone drying irrigation. Int. J. Plant Prod., 4(4), 241-258.
- Seymen, M., Yavuz, D., Yavuz, N. ve Türkmen, Ö., 2016. Effect on yield and yield components of different irrigation levels in edible seed pumpkin growing. international journal of biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 10(5), 275-278.
- Sezen, S.M., Yazar, A. ve Tekin, S., 2011. Effects of partial root zone drying and deficit irrigation on yield and oil quality of sunflower in a mediterranean environment. Irrig. and Drain., 60, 499-508.
- Sezen, S.M., Yazar, A., Daşgan, Y., Yücel, S., Akyıldız, A., Tekin, S. ve Akhoundnejad, Y., 2014. Evaluation of crop water stress index (CWSI) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes. Agricultural Water Management, 143, 59-70.
- Sharma, H., Shukla, M.K., Bosland, P.W. ve Steiner, R.L., 2015. Physiological responses of greenhouse-grown drip-irrigated chile pepper under partial root zone drying. Sci. Hortic., 50(8), 1224–1229.
- Silva, B.B., Ferreira, J.A., Rao, T.V.R. ve Silva, V.P.R., 2007. crop water stress index and water-use efficiency for melon (*cucumis melo l.*) on different irrigation regimes. Agricultural Journal, 2, 31-37.
- Sotiropoulos, T., Kalfountzos, D., Aleksiou, I., Kotsopoulos, S.ve Koutinas, N., 2010. Response of a clingstone peach cultivar to regulated deficit irrigation. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 67(2), 164-169.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. ve Polat, S., 2008. Özel Sebzeçilik. ISBN 978-9944-0786-0-3. Tekirdağ. 485s.

- Tekelioğlu, B., Büyüktaş, D., Baştuğ, R., Karaca, C., Aydınşakir, K. ve Din, N., 2017. Use of crop water stress index for irrigation scheduling of soybean in mediterranean conditions. *Journal of Experimental Agriculture International*, 18(6), 1-8.
- TK, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 16.04.2020).
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, s: 61-73, Ankara.
- Uçan, K. ve apar, F., 2014. Kısmi kök kuruluğu sulama tekniğinin pamukta gövde çapı, bitki boyu, iek sayısı, koza sayısı, dökülme oranı ve kütlü verimine etkisi. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu. s: 76-83, Tekirdağ.
- Valenzuela, N.J., Zazueta, M.J., Gallejos, I.J., Aguilar, G.F., Camacho, H.I., Rocha, G.E. ve Gonzalez, L.R., 2011. Chemical and physicochemical characterization of winter squash (*Cucurbita moschata* D.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 34-40.
- Wetzel, J. and Stone, A., 2019. Yield response of winter squash to irrigation regime and planting density. *Hortscience*, 54(7), 1190–1198.
- Williams, J.R., Jones, C.A., Kiniry, J.R. ve Spanel, D.A., 1989. The EPIC crop growth model. *Trans. ASAE*, 32, 497-511.
- Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N. ve Trkmen, ., 2015. Effects of irrigation interval and quantity on the yield and quality of confectionary pumpkin grown under field conditions. *Agric. Wat. Manage.*, 159, 290-298.
- Yazar, A., Howell, T.A., Dusek, D.A. ve Copeland, K.S., 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. *Irrig Sci.*, 18, 171–180.
- Yazdı, M. ve Değirmenci, H., 2018. Pamukta farklı sulama seviyelerinin yaprak su potansiyeli ve klorofil değerine etkisi. *KS Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 511-519.
- Yıldırım, O., 2013. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. A.. Ziraat Fak. Yayın No: 1594, Ders Kitabı 367, Ankara.
- Yuan, G., Luo, Y., Sun, X. ve 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.

Zegbe, J.A., Behboudian, M.H. ve Clothier, B.E., 2004. Partial root-zone drying is a feasible option for irrigating processing tomatoes. *Agric. Water Manag.*, 68, 195–206.

Zinash, A., Workneh, T.S. ve Woldetsadik, K., 2013. Effect of accessions on the chemical quality of fresh pumpkin. *African Journal of Biotechnology*, 12(51), 7092-7098.



7. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Murat CÖMERT

Doğum Tarihi ve Yeri : 03/01/1982 - TOKAT

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Telefon : 05426678749

E-Posta : mehmetmurat.comert@gop.edu.tr
mmuratcomert@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Eğitim birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı	2020
Yüksek Lisans (Tezli)	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı	2013
Yüksek Lisans (Tezsiz)	Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	2008
Lisans	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	2005

İŞ DENEYİMİ

Görev	Yer	Yıl
Öğretim Görevlisi	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü	2012-Devam
Öğretim Görevlisi	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Pazar Meslek Yüksek Okulu	2010-2012
Tarım Bankacılığı Portföy Yöneticisi	Denizbank A.Ş.	2008-2010
Proje Mühendisi	Pegasu Sulama Çevre Düzenleme Ltd.Şti.	2005-2006