

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

**DEĞİŞİK GELİŞME DÖNEMLERİNDE, FARKLI DERECEDE SU
STRESİ UYGULAMALARININ BROKOLİDE (*Brassica oleracea L. var.*
italica) VERİM, MORFOLOJİK VE BİYOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERE ETKİSİ**

Okan ERKEN

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 03/02/2012

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Canan ÖZTOKAT KUZUCU

Doç. Dr. Recep ÇAKIR

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

OKAN ERKEN tarafından **YRD. DOÇ. DR. CANAN ÖZTOKAT KUZUCU** ve **DOÇ. DR. RECEP ÇAKIR** yönetiminde hazırlanan “**DEĞİŞİK GELİŞME DÖNEMLERİNDE, FARKLI DERECEDE SU STRESİ UYGULAMALARININ BROKOLİDE (*Brassica oleracea L. var. italica*) VERİM, MORFOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERE ETKİSİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Canan ÖZTOKAT KUZUCU

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Fuat SEZGİN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 03/02/2012

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora tezi ÇOMU Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2009/61 no'lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Okan ERKEN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocalarım Yrd. Doç. Dr. Canan ÖZTOKAT KUZUCU ve Doç. Dr. Recep ÇAKIR'a, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eŐim Nurgöl TATLI ERKEN ile canım kızlarım Zeynep Alkım ve Eylül Ilgın'a sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezimde kullandığım parametrelerden glikosinolat analizlerinde yardımcı olan Institute of Agronomy and Breeding, University of Göttingen'e, Üniversitemiz Merkez Laboratuar alıŐanlarından Dr. Bayram KIZILKAYA ve Uzman Dr. Gülen TÜRKER'e teŐekkürlerimi sunarım.

Okan ERKEN

SİMGELER VE KISALTMALAR

E.V.	erken vejetatif
G.V.	geç vejetatif
ÇİÇ.	çiçeklenme
Kcp	pan buharlaşma katsayısı
kg/da	kilogram / dekar
ha	hektar
mg/L	miligram / litre
gL ⁻¹	gram / litre
ml	mililitre
Mg	Mega gram
t	ton
kg	kilogram
g	gram
mg	miligram
%	yüzde
°C	santigradderece
mM	milimolar
μmol	mikromol
EC	elektriksel iletkenlik
cm ²	santimetrekare
dk	dakika
dS/m	desisimens/metre

ÖZET

DEĞİŞİK GELİŞME DÖNEMLERİNDE, FARKLI DERECEDE SU STRESİ UYGULAMALARININ BROKOLİDE (*Brassica oleracea L. var. italica*) VERİM, MORFOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERE ETKİSİ

Okan ERKEN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Canan ÖZTOKAT KUZUCU

II. Danışman : Doç. Dr. Recep ÇAKIR

03/02/2012, 161

Küresel ısınma ve kısıtlı su kaynakları dikkate alınarak gerçekleştirilen bu çalışmada, brokoli bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde karşılaştığı su stresine bağlı olarak oluşan morfolojik ve kimyasal değişimler incelenmiştir.

Vejetasyon boyunca sabit olarak ve farklı gelişme dönemlerinde (erken vejetatif, geç vejetatif ve çiçeklenme dönemleri) uygulanan değişik seviyelerdeki (%80, %60, %40 ve %20) sulama suyu miktarlarına karşı; tesadüf parselleri faktöriyel deneme düzeninde 5 tekerrürlü yürütülerek 3 yıl devam eden çalışma sonuçlarına göre verim kayıpları ve fizyolojik bazı değişimler belirlenmiştir.

Bu bağlamda, toplam klorofil miktarı (mg/100g), indirgen ve toplam şeker (mg/100g), toplam glikosinolat miktarı ($\mu\text{mol/g}$), içsel prolin miktarları ($\mu\text{mol/g}$), Vitamin C, A ve E miktarları (mg/100g) tespit edilerek, su stresi koşullarının bitki üzerindeki etkilerinin yanı sıra, verim ve kalitede oluşacak kayıplar saptanarak, suya hassas olan brokoli bitkisinin tüm yetiştirme dönemi boyunca gereksinim duyduğu sulama suyu miktarı belirlenmiş ve optimum su ihtiyacı saptanmıştır.

Araştırma sonuçları incelendiğinde verimdeki önemsiz kayıplara göre su kısıntısının uygulanabileceği en uygun dönemin erken vejetatif dönem, bitkinin su stresine karşı en hassas olduğu dönemin ise çiçeklenme dönemi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Brokoli, su stresi, verim, gelişme dönemi,

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT WATER STRESS LEVELS APPLIED IN DIFFERENT GROWING STAGES ON YIELD, MORPHOLOGIC AND BIOCHEMICAL CHANGES OF BROCCOLI (*Brassica oleracea L.* *var. italica*)

Okan ERKEN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Horticulture Science Doctorate

Advisor : Assis. Prof. Dr. Canan ÖZTOKAT KUZUCU

II. Advisor : Assoc. Prof. Recep ÇAKIR

03/02/2012, 161

Considering global warming and limited water sources, in this research morphological and chemical changes due to the water shortages in different growing stages of broccoli were determined.

According to the 3 years data; yield losses and physiological changes were observed due to the different irrigation regimes (treatments) (80%, 60%, 40% ve 20%) were applied in different growing stages (early vegetative, late vegetative, flowering stage) in randomized parcels with 5 replication.

For this aim; not only total chlorophyll content (mg/100g), reduced and total sugar (mg/100g), total glucosinolate content ($\mu\text{mol/g}$), indigenous proline content ($\mu\text{mol/g}$), Vitamin C, A and E contents (mg/100g) but also effects of water stress on broccoli plants and losses on yield and quality parameters were determined. In spite of this, total irrigation water demand of broccoli plants through all vegetation period and optimum water demands were obtained.

As a result of this study, most convenient and most vulnerable periods for water shortage was determined as early vegetative and flowering periods respectively.

Key words: Broccoli, water stress, yield, growing stages

İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
BÖLÜM 3- MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. MATERYAL	14
3.1.1. Araştırma Alanı.....	14
3.1.2. İklim Özellikleri	14
3.1.3. Araştırmanın sürdürüldüğü yıllar ve dönemlere ait sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı, güneşlenme ve buharlaşma değerleri	22
3.1.4. Saksılarda Kullanılan Toprak ve Harç Özellikleri	24
3.1.4.1. Saksılarda kullanılan harcın fiziksel özellikleri	24
3.1.4.2. Kullanılan harcın bazı kimyasal özellikleri	24
3.1.5. Sulama Suyu Özellikleri	25
3.1.6. Kullanılan Çeşit Özellikleri	26
3.2. YÖNTEM	27
3.2.1. Kullanılan Harcın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	27
3.2.2. Deneme Deseni	27
3.2.3. Uygulanan Kültürel İşlemler	28

3.2.4. Sulama Suyu ve Kimyasal Gübre Uygulamaları	28
3.2.5. Sulama Suyu Miktarının ve Her bir Konuya Uygulanan Sulama Suyunun Tespiti	28
3.2.6. Verim ve Verim Parametrelerinin Belirlenmesi	30
3.2.7. Doku Elektriki İletkenliğinin Tespiti	30
3.2.8. Toplam Klorofil Miktarının Tespiti	31
3.2.9. Yaprakta Karbon, Azot ve Kükürt Miktarının Tespiti	31
3.2.10. Glikosinolat Miktarının Tespiti	31
3.2.11. İçsel Prolin Miktarının Tespiti	32
3.2.12. İndirgen ve Toplam Şeker Miktarının Tespiti	32
3.2.13. Vitamin C Miktarının Tespiti	32
3.2.14. Retinol (Vitamin A) ve α -tokoferol (vitamin E) Miktarının Tespiti ...	32
3.2.15. İstatistiksel Analizler	33
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Uygulanan sulama suyu ile ilgili bulgular	36
4.1.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları içeren denemelerde uygulanan sulama suyu miktarına ilişkin sonuçlar	36
4.1.2. Dönemsel su kısıntıları uygulanan denemelerde uygulanan sulama suyu miktarına ilişkin sonuçlar	38
4.2. Verim ve Verim Parametrelerinin Belirlenmesi	40
4.2.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen ana baş ve yan kol ağırlıklarına ilişkin bulgular	40
4.2.2. Dönemsel su kısıntısı uygulanan araştırma konularından elde edilen ana baş ve yan kol verim bulguları	41
4.3. Araştırma konularına uygulanan farklı sulama programlarının brokoli meyvelerinin taç çapı (X ve Y) değerlerine etkileri	45
4.3.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntısı uygulanan çalışmadan elde edilen bulgular	45

4.3.2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının brokkoli meyvesinin taç çapı (X ve Y) değerlerine etkileri	47
4.4. Araştırma yıllarında elde edilen bitki taç boyu ve çevresi değerleri	51
4.4.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma yıllarında elde edilen bitki taç boyu ve çevresi değerleri	51
4.4.2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının brokkoli meyvesinde bitki taç boyu ve taç çevresi değerleri	54
4.5. Araştırma yıllarında elde edilen yaprak alanı değerleri	57
4.5.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile elde edilen yaprak alanları ile ilgili bulgular	57
4.5.2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının brokkoli bitkisinde yaprak alanı değerleri	58
4.6. Uygulanan sulama programlarının ve su stresinin bitkide kuru madde üretimi ve birikimine etkileri	61
4.6.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile elde edilen yaş ağırlık (g), kuru madde (%) ve kuru ağırlık (g) miktarları	61
4.6.1.1. Yaprak yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları	61
4.6.1.2. Gövde yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları	63
4.6.1.3. Toplam yaş ağırlık, kuru madde oranları ve kuru ağırlıklar	66
4.6.2. Dönemsel su kısıtı ile elde edilen kuru madde miktarları (%)	68
4.6.2.1. Yaprak yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları	68
4.6.2.2. Gövde yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları	72
4.6.2.3. Toplam yaş ağırlık, kuru madde oranları ve kuru ağırlıklar	75
4.7. Glikosinolat miktarlarına ilişkin bulgular	78
4.7.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen toplam glikosinolat miktarlarına ilişkin bulgular	78
4.7.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen glikozinolat değerlerine ilişkin bulgular	79

4.8. İçsel prolin miktarına ilişkin bulgular	81
4.8.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen içsel prolin miktarına ilişkin bulgular	81
4.8.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen içsel prolin miktarına ilişkin bulgular	82
4.9. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen klorofil miktarlarına ilişkin bulgular	83
4.10. İndirgen ve toplam şeker miktarlarına ilişkin bulgular	86
4.10.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen indirgen ve toplam şeker miktarlarına ilişkin bulgular	86
4.10.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen indirgen ve toplam şeker miktarlarına ilişkin bulgular	87
4.11. Vitamin A, vitamin E ve C vitaminine ilişkin bulgular	88
4.11.1. Vitamin A miktarına ilişkin bulgular	88
4.11.1.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen A vitamini miktarına ilişkin bulgular	88
4.11.1.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen A vitamini (Retinol) miktarına ilişkin sonuçlar	89
4.11.2. Vitamin E miktarına ilişkin bulgular	90
4.11.2.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen E vitamini miktarına ilişkin bulgular	90
4.11.2.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen E vitamini (Tokoferol) miktarına ilişkin sonuçlar	91
4.11.3. C vitamini miktarına ilişkin bulgular	92

4.11.3.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen C vitamini miktarına ilişkin bulgular	92
4.11.3.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen C vitamini miktarına ilişkin sonuçlar	93
4.12. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen doku elektriki iletkenliğine ilişkin bulgular ..	94
4.13. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen bazı fizyolojik değişikliklerin istatistik analizleri	95
4.14. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen bazı fizyolojik değişikliklerin istatistik analizleri	101
4.15. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan araştırma konularından elde edilen bazı parametrelerin birbirleri ile ilişkileri	107
4.15.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu-verim ilişkileri	107
4.15.2. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu-verim ilişkileri	109
4.15.2.1. Erken vejetatif dönem	109
4.15.2.2. Geç vejetatif dönem	110
4.15.2.3. Çiçeklenme dönemi	111
4.15.3. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu – glikozinolat ilişkisi	112
4.15.4. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu – glikozinolat ilişkisi	114
4.15.4.1. Erken vejetatif dönem	114
4.15.4.2. Geç vejetatif dönem	115
4.15.4.3. Çiçeklenme dönemi	116
4.15.5. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan	

denemeden elde edilen sulama suyu -kükürt ilişkisi	117
4.15.6. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu -kükürt ilişkisi	118
4.15.6.1. Erken vejetatif dönem	118
4.15.6.2. Geç vejetatif dönem	120
4.15.6.2. Çiçeklenme dönemi	121
4.15.7. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen kükürt - glikozinolat ilişkisi	122
4.15.8. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen kükürt - glikozinolat ilişkisi	123
4.15.8.1. Erken vejetatif dönem	123
4.15.8.2. Geç vejetatif dönem	124
4.15.8.3. Çiçeklenme dönemi	125
4.15.9. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu - prolin ilişkisi	127
4.15.10. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu - prolin ilişkisi	128
4.15.10.1. Erken vejetatif dönem	128
4.15.10.2. Geç vejetatif dönem	130
4.15.10.2. Çiçeklenme dönemi	131
4.15.11. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen kükürt - prolin ilişkisi	132
4.15.12. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen kükürt - prolin ilişkisi	133
4.15.12.1. Erken vejetatif dönem	133
4.15.12.2. Geç vejetatif dönem	134
4.15.12.2. Çiçeklenme dönemi	135
4.15.13. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen prolin-glikozinolat ilişkisi	136

4.15.14. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen prolin- glikozinolat ilişkisi	137
4.15.14.1. Erken vejetatif dönem	137
4.15.14.2. Geç vejetatif dönem	139
4.15.14.2. Çiçeklenme dönemi	140
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER.....	141
KAYNAKLAR.....	145
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	VI
Özgeçmiş.....	XI

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Doğal kaynakların gün geçtikçe azalması, her alanda olduğu gibi tarımda da yeni arayışları ortaya çıkarmaktadır. Sanayileşme ve kentleşme nedeniyle tarım alanları azalmakta buna karşın bu alanlardan beslenecek insan sayısı hızlı bir biçimde artmaktadır. Bu nedenle, yürütülen araştırmalar birim alandan elde edilecek verimi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır. Diğer tarımsal işlemlerin yanı sıra maksimum verim elde edilmesi için sulamanın önemi ortadadır. Fakat günümüze kadar uygulanan bilinçsiz sulamalar ve mevcut suyun tarım sektörlerinde kullanımının artması sulu tarıma açılan alanların genişlemesi gibi nedenlerle sulamada kullanılan su miktarını yetersiz gelmeye başlamıştır. Böylece, dünyada ve ülkemizde, mevcut kısıtlı su ile birim alandan elde edilecek verimin artırılmasına yönelik çalışmalara hızlı bir şekilde yönelim başlamıştır.

Bitkiler normal gelişmelerini sürdürebilmek için suya ihtiyaç duyarlar. Bitki suyu kökleri aracılığıyla topraktan alır bu nedenle bitkilerin büyüme mevsimi boyunca, toprakta bitki kök bölgesinde yeterli miktarda nemin bulunması oldukça önemlidir. Gereğinden az ya da fazla toprak nemi, bitki gelişmesini olumsuz etkiler ve verimin azalmasına neden olur.

Toprakta bitki kök bölgesinde depolanan nemin kaynağı öncelikle yağışlardır. Bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağış miktarı ve dağılımı bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeyde ise sorun yoktur. Aksi durumda, bitki su ihtiyacının yağışlarla karşılanmayan kısmının sulama ile bitki kök bölgesine verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sulama, bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarının yağışlarla karşılanmayan kısmının toprağa verilmesi şeklinde tanımlanır (Yıldırım, 1996). Bu tanım, özellikle sulama için ayrılacak suyun azalması nedeniyle günümüzde daha da ön plana çıkmaktadır.

Diğer taraftan Kanber (1997)'e göre, sulama; bitkinin normal gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun bitki kök bölgesine gereken zamanda, gerekli miktarda ve kontrollü olarak verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu da ancak doğru bir sulama programının uygulanması ile yerine getirilebilir. Sulama programlaması, bir bitkiye yetiştirme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağını belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsamaktadır.

Sulama zamanı programlarının oluşturulmasında iklim ve toprak parametrelerinin yanı sıra bitkiye ilişkin bazı ölçümler daha önemli hale gelmiştir ve özellikle, bitkideki su eksikliği ile toprak su miktarı ile ilişkili olarak stres düzeyinin tahmininde

kullanılmaktadır. Bitkilerde oluşan su stresi etkisinin ortaya konulmasında kullanılan, stoma direnci, yaprak-atmosfer sıcaklıkları arasındaki fark, yaprak alan indeksi ve bitkideki fotosentezin bir göstergesi olan aktif radyasyon değerleri gibi parametrelerin elde edilmesinde, porometre, infrared termometre, yaprak alan ölçer ve PAR cihazı ölçümlerinden yararlanılmaktadır (Jackson, 1982; Idso ve ark., 1981; Idso, 1983; Gallo ve Daughtry, 1986; Rachidi ve ark., 1993a).

Bitkilerde terleme, kökler aracılığıyla topraktan alınan suyun ksilem dokusu ile yapraklara taşınması ve yaprak epidermal yüzeyini kaplayan gözenekler aracılığıyla buhar halinde atmosfere verilmesidir. Kuramsal olarak, yaprak yüzey genişliğinin artması terleme ile kaybedilen suyun çoğalmasına neden olacaktır. Bu nedenle, yaprak yüzey genişliği terlemeye etki eden en önemli faktörlerden birisi olarak görülmektedir.

Yüksek sıcaklık, kuraklık, tuzluluk ve kimyasal toksizite gibi abiyotik stres koşulları ve oksidatif stres dünyanın birçok alanında tarımı ve tarım alanlarını tehdit etmektedir. Bitkilerin ortalama verimliliğini %50'den fazla azalmasına neden olan abiyotik stres, dünyadaki tarımsal ürün kaybının birincil nedenidir. Abiyotik stres morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlere neden olarak bitki büyüme ve verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Wang, 2003).

Bitki gelişimini etkileyen en önemli stres etmenlerinden birisi de kuraklık stresidir. Su stresi, bitkilerde belli bir süre içerisinde buhar şeklinde yitirilen su miktarının (transpirasyonun) çevreden karşılanamadığı durumlarda karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerin çoğunda yaş ağırlığın %85-90'ı sudur. Yüksek bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan alınan su osmotik kurallara göre bitkinin tepe organlarına taşınır. Transpirasyonla yitirilen su miktarının alınan su miktarından fazla olması durumunda iletim boruları içerisinde oluşan negatif basınç (tension) nedeniyle bitki organları arasında su alabilmek için rekabet başlar (Kaçar ve ark. 2006).

Azalan su kaynakları koşullarında yeterli miktarlarda ve yüksek kalitede bitkisel üretim yapmak için akılcıl kaynak işletim programlarının uygulanmasını gerektirmektedir. Bir anlamda gıda güvenliğinin olmazsa olmazı olan su kaynaklarının etkili kullanımı sorunu, küresel ısınma koşullarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, brokoliye uygulanacak optimum sulama programlarının belirlenmesi ve uygulanması, sadece su israfının önüne geçilmesini sağlamakla kalmayıp, yüksek miktarlarda ve uygun kimyasal kompozisyonuna sahip brokolide optimum veriminin elde edilmesine de imkan verecektir (Reginato, 1983).

Çanakkale ili Türkiye'nin kuzeybatı yönünde bulunan Biga yarımadası üzerinde yer almaktadır. İlin 993.300 ha olan toplam alanının 330.337 ha'ı işlenebilir tarım arazisi durumundadır ve bunun 111.047 ha'ı (%34) sulanabilir durumdadır. Çanakkale genelinde toplam işlenebilir arazilerin 19,15 hektarlık kısmında sebze tarımı yapılmaktadır. Brokkoli yetiştiriciliği il genelinde sadece 160 dekarlık alanda gerçekleştirilmektedir. Bu alanların toplamında 150 ton ürün elde edilmektedir (Anonim, 2010).

Son yıllarda, gelişmiş ülkelerde geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan ve tüketiciler tarafından çok sevilen bir sebze olarak bilinen brokolinin, protein, vitamin ve besin maddelerince zengin ve çok iyi bir diyet sebzesi olması nedeniyle, ülkemizde de bu sebze türüne olan talep hızlı bir şekilde artmaktadır (Eşiyok ve Yoldaş, 2001).

Brokoli bünyesinde bulunan bazı maddeler açısından insan sağlığına çok faydalı bir sebzedir. Bu maddeler; Glukozinolatlar (özellikle karaciğer kanserinin gelişmesine engel olduğu bildirilmektedir), İndoller (bitkisel hormonlardır, meme kanserinin oluşmasına engel olduğu ileri sürülmektedir), Sülforafan (vücutta kanser ile savaşan enzimlerin yapımını arttırmaktadır), C vitamini (bağışıklık sistemini güçlendirmesi, oksidasyondan koruması, kolestrol düzeyini kontrol etmesi, demir emilimini artırması, bağ dokusunu güçlendirmesi, çeşitli hastalıkların iyileşmesini hızlandırması sayılabilir), Beta-karoten (bağışıklık sistemini güçlü tutar, üreme fonksiyonu, doğurganlık ve emzirme üzerine tesirleri vardır, protein sentezi için gereklidir, bazı kanserlerin oluşumunu engelleyebilmektedir, göz sağlığının düzenlenmesinde rol almaktadır, kemik oluşumu ve büyümesi için gereklidir ve oksidasyonun zararlı tesirlerinden korumaktadır), Selenyum (çok güçlü bir antioksidandır, hücre duvarını ve kırmızı kan hücrelerini oksidasyonun vereceği zararlardan korur, bağışıklık sistemini güçlendirir), Ditiyoltiyonlar (lahana grubu bitkilerde bulunan ve kanserin oluşumunun engellenmesinde rol aldığı düşünülen maddelerden birisidir), Quersetin (kansere yol açan çeşitli maddeleri engelleyici bir özelliği vardır), Lutein (özellikle mavi, yeşil ve ela gözlü insanlarda gözü güneşin zararlı tesirlerinden korur) ve E vitamini (kolestrolün zararlı etkilerinden kalbi koruyan kan sulandırıcı tesirleri olan). Ayrıca, brokolinin özel selülozik yapısı bağırsaklardaki zehirli maddeleri ve ağır metalleri uzaklaştırarak koruyucu tesir göstermektedir (Anonim 2002, Yoldaş 2003'den, Krauss ve ark., 1996).

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan brokolide su stresi koşullarında küresel ısınmanın da etkisiyle, etkili su kullanımı ve minimum bitki su ihtiyacının belirlenerek yetiştiricilik yapılması giderek önem kazanmaktadır.

Stres altında yetiştiriciliği yapılan bitkilerdeki değişimlerin incelenmesi ile en uygun ve ekonomik yetiştirme tekniğinin oluşturulması, su stresi koşullarında yetiştirilen brokoli bitkisinde meydana gelebilecek verim ve kalite değişiklikleri ile bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin belirlenmesi, sınırlı su kaynakları koşullarında etkili su kullanımı açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile brokoliye uygulanacak en uygun sulama programının belirlenmesi ve bitki gelişiminin farklı dönemlerinde ortaya çıkan su stresi koşullarının bitkideki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkilerinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) Brassicaceae (Cruciferae) familyasının bir üyesidir. Gelişmiş ülkelerde geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan ve tüketiciler tarafından çok sevilen bir sebze olarak bilinmektedir. Yapraklarının da tüketilebildiği brokoli, genelde çiçek taslakları için yetiştirilir. Dünyanın birçok yöresinde tanınan karnabaharın yanında son yıllarda brokoli üretimine (hem işleme hem de taze satış amaçlı) artan bir ilgi vardır. Bitkinin ortalama kuru madde içeriği % 10,3'dür. 100 gramında 25 cal besin değerine sahip brokolinin, % 89,7'si su, % 3,3'ü protein, % 0,2'si yağ ve % 4,4–5,2 arasında değişen karbonhidrattır. İçeriğinde 1542–2500 IU vitamin A, 0.07–0,1 mg/100 g B₁, 0.12–0.23 mg/100g B₂, 0.64–0,9 mg/100g Niacin ve 93,4–114 mg/100g vitamin C bulunmaktadır. Aynı zamanda mineral madde olarak 48–105 mg/100g Ca, 0,9–1,3 mg/g Fe, 24 mg/100g Mg, 66–82 mg/100g P, 325–464 mg/100g K ve 27 mg/100g Na bulunmaktadır (Vural ve ark., 2000).

Brokolinin geçmişi, Roma İmparatorluğu zamanında yabani lahanadan üretilmesine dayanır (Anonim, 2010b) ve brokolinin anavatanının Akdeniz Bölgesi olduğu kabul edilmektedir. Yeşil renkli olgunlaşmamış çiçek taslakları oluşturan çeşitlerine calabrese adı verilmektedir. Calabrese sözcüğü İtalya'da bir bölgenin adı olup birçok araştırmacı, brokolinin anavatanının İtalya olduğunu bildirmektedir (Anonim, 2010c).

Kışlık sebzeler arasında yer alan brokoli morfolojik olarak karnabahara benzemektedir. Sebze olarak değerlendirilen kısımları yeşil olup, olgunlaşmamış çiçek taslakları ile kalın ve etli çiçek saplarından oluşur. Olgunlaşmamış çiçek taslaklarını oluşturan bu kısımlar büyüme ucunda oluşan ve ana baş olarak adlandırılan taç ve daha sonra yaprak koltuklarından oluşan küçük başlardan ibarettir (Mac Gillivray, 1952; Eşiyok ve Yoldaş, 2001).

Brokoli yetiştiriciliğinde verim miktarlarını belirleyen faktörler arasında çeşit seçiminin yeri ayrıcalıklıdır. Brokoli çeşitleri, dikimden hasada kadar geçen gün sayıları dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır (Nieuwhof, 1969; Bessels, 1980; Titley, 1987; Yoldaş 2003'den).

Günümüzde çeşitler erkenci, orta ve geçici olarak gruplandırılmaktadır. Bu şekilde yapılan sınıflandırmada; 75–80 günlük bir gelişme döneminde hasadı yapılan çeşitler erkenci, 90 günlük gelişme döneminde hasadı yapılan çeşitler orta mevsim ve 100–105 günlük gelişme periyodunda olgunlaşan çeşitler ise kış yetiştirme döneminde olgunlaşarak hasat edilebilen geçici çeşitlerdir (Nieuwhof, 1969; Titley, 1987).

Brokoli’de hasadı yapılarak değerlendirilen ana baş ve yan başların pazarlanabilir veya işlenebilir kaliteleri ile birlikte arzulanan verim üzerinde, bitkiye verilen dikim sıklıkları da etkili olmaktadır. Ayrıca, uygulanan dikim mesafeleri elde edilen çiçek sürgünlerinin ve gövdenin içindeki boşlukların oluşmasında etkili olmaktadır (Günay, 1983).

Yoldaş (2003) tarafından yürütülen çalışmada, bitki başına toplam verim bakımından en yüksek değerlere 70x30 cm sıklığında dikilen Marathon çeşidinde ulaşılmıştır.

Farklı dikim zamanlarının değişik brokkoli çeşitlerinde bitki gelişmesi ve verime etkisini belirlemek için 2003–2004 yıllarında yürütülen bir araştırmada, üç farklı brokkoli çeşidi (Jade F1, Monopoly F1 ve Monaco F1) ve dört ayrı dikim zamanı incelenmiştir. (24 Mayıs, 15 Haziran, 2 Temmuz ve 16 Temmuz) Araştırma sonunda en yüksek ana baş verimi I. yıl Monopoly F1 (2 Temmuz) çeşidinden elde edildiği, II. yıl ise Jade F1 (15 Haziran) çeşidinden alındığı belirlenmiştir. Ayrıca, erken ve geç dönem dikimlerinde verimin daha az olduğu da saptanmıştır (Yaralı, 2010).

Tan ve ark., (2006), Avustralya’nın güney-doğusunda brokoli yetiştirecek çiftçilerin ekim zamanının tahmin edebilmesi ve uygun çeşitleri seçebilesi için model geliştirmeye çalışmışlardır. Sekiz farklı ekim zamanı ve 3 farklı brokoli çeşidi (Fiesta, Greenbelt ve Marathon) ile gerçekleştirdikleri deneme sonunda Fiesta çeşidinin Greenbelt ve Marathon çeşitlerinden daha kaliteli ve verimi daha yüksek çeşit olduğunu belirlemişlerdir. Tomurcuk rengi ve kümelenmelerinin Marathon çeşidinde en iyi olduğunu ve pazarlanabilmek için minimum 8°C üzerindeki sıcaklıklarda yetiştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Chung ve Strickland (1986), Yeni Zelanda kuzey batı Tazmanya kıyıları koşullarında Kasım-Mayıs ayları arasındaki dikim zamanlarının brokoli verimi üzerine etkilerini araştırmışlar ve Kasım ve Ocak ayları arasında dikim ve çeşit farklılığının pazarlanabilir verim üzerine etkisinin az olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte; Ocak-Mart ayları arasındaki dikimin farklı olgunluk zamanındaki 10 çeşidin pazarlanabilir verimini ve bitki boyunu azalttığını belirlemişlerdir. Yapılan araştırmanın sonucunda, devamlı olarak brokkoli üretimi için Ocak-Mart ayları arasında dikim ve çeşit kombinasyonu ile olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Thompson ve ark., (2002), brokolide toprakaltı damla sulama sistemini kullanarak fertigasyon uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; güney-batı Amerika’da 3 ile 18 t ha⁻¹ verim elde etmişlerdir.

İki farklı brokoli çeşidinde farklı azot dozlarının araştırıldığı diğer bir çalışmada, uygulanan azot dozlarının brokolide verim ve kaliteye etkilerinin önemli olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır (Nkoa ve ark., 2001). Yapılan değerlendirmeler sonunda; uygulanan azot dozlarına göre 239 g/bitki ile 622 g/bitki arasında yaş ağırlık, 187 ile 297 g/bitki kuru ağırlık ve 9185 ile 18362 cm² arasında değişen yaprak alanları elde etmişlerdir.

Gutezeit (2004), farklı toprak nemi seviyelerinde brokolide azot dengesi ve verim arasındaki ilişkileri araştırmıştır. İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde gerçekleştirdiği çalışmada; ilkbahar döneminde 288 ile 319 g/bitki, sonbahar döneminde 296 ile 415 g/bitki arasında değişen verim tespit etmiştir.

Cantore ve ark. (1996) tarafından Güney İtalya’ da yürütülen iki yıllık çalışmada; sonbahar-kış dönemlerinde yetiştirilen brokolide derin killi siltli toprağa sahip tartılı lizimetreler kullanılmıştır. Bitkiler 0,70 m ara ile 8 bitki/m² olacak şekilde dikilmiştir. İki deneme yılı arasında değişen iklim koşulları nedeniyle her iki yılda da yetiştirme periyodu uzunluğu, su kullanım miktarı ve verim etkilenmiştir. İlk yıl sıcaklıkların düşük olmasından dolayı yetiştirme periyodu uzamış; (176 gün ilk yıl–137 gün ikinci yıl) ayrıca verim ilk yıl 25.2 t ha⁻¹, ikinci yıl 14.0 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca evapotranspirasyon 144,4 ve 128,6 mm, su kullanım etkinlikleri ise 6.92 ve 7.77 gL⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu büyük farkın özellikle ilk yıl yüksek evapotranspirasyon ve kış dönemine kadar devam eden yetiştirme periyodunun uzunluğundan kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. A sınıfı buharlaşma kabına göre buharlaşma katsayıları ilk yıl 0.72–1.20 ve ikinci yıl ise 0.68–1.13 aralığında değişmiştir.

California’nın iki farklı bölgesinde organik azotlu gübreler ve farklı sulama suyu uygulamalarının organik brokoli üzerine etkileri Pasakdee ve ark., (2006) tarafından 2002, 2003 ve 2004 yıllarında araştırılmıştır. %80, %100 ve %150 oranlarında sulama suyu uygulanan deneme konularından ilk yıl 1,3 ile 3,8 t ha⁻¹ ikinci yıl 5,4 ile 17,9 t ha⁻¹, son deneme yılında ise uygulanan azot ve sulama suyu miktarlarına göre 13,8 ile 23,6 t ha⁻¹ arasında değişen verim elde etmişlerdir.

Brokolide yağmurlama sulama sisteminin bakteriyel yumuşak çürüklüğe ve verime etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarına göre; sulama zamanının hastalık oluşturmaya etkisinin olmadığını ve brokoli verimine hem sulama zamanının hem de sıklığının etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Ludy ve Powelson, 1997). Aynı çalışmada 3 farklı brokoli çeşidinden 10,7 ile 16,1 t/ha arasında değişen verim elde etmişlerdir.

Chung ve Strickland (1986), ekim zamanlarının farklı brokoli çeşitlerinin verimleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yeni Zellanda Tazmanya’nın kuzey-batısında

yürüttükleri çalışmada; Mart-Nisan aylarında 10 t/ha, Mayıs-Haziran aylarında 5 t/ha verim elde etmişlerdir.

Sulama ve azot dengesinin brokolide verim üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada, brokkoli bitkisinin optimum gelişiminin gerçekleşebilmesi için 178 ile 203 mm sulama suyu uygulanması gerektiğini bildirilmiştir (Paschold ve ark., 2000). Buna ek olarak; 173 ile 311 kg N/ha gübreleme yapılmasını belirten araştırmacılar optimum sulama koşullarında köksüz olarak 100 t/ha bitki ağırlığı ve 22 t/ha toplam verim elde etmişlerdir.

Yurtseven ve Baran, (2000) sulama suyu tuzluluğunun ve sulama suyu miktarının brokolide verim ve mineral madde içeriğine etkilerini inceledikleri çalışmada; 5 tuzluluk seviyesi ve 3 farklı sulama suyu seviyesi uygulamışlardır. Araştırma bulgularına göre; verim üzerine sulama suyu tuzluluğu ile sulama suyu miktarının her ikisinin de etkili olduğu sonucuna varmışlardır. 6 dS/m düzeyinden itibaren brokoli veriminde önemli düşüşler olduğunu, sulama suyu miktarının artması ile verimin arttığını tespit etmişlerdir.

Erdem ve ark., (2010), brokkolinin damla sulama yöntemi ile sulama programlamasında bitki su indeksinin belirlenmesi konulu araştırmasında; 4 farklı pan katsayısı ile 7 gün sulama aralığı kullanmışlardır. Mevsimsel evapotranspirasyonun ilkbahar döneminde 187 ile 326 mm arasında; sonbahar döneminde 242 ile 346 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ilkbaharda 0,53 ile 8,08 t ha⁻¹ arasında, sonbahar döneminde ise 0,63 ile 3,17 t ha⁻¹ arasında verim elde etmişlerdir.

Aires ve ark., (2007), tarafından azotlu ve kükürtlü gübrelemenin brokoli sürgünlerindeki mineral bileşimine etkileri araştırılmıştır. İki farklı azot ve 2 farklı kükürt miktarı uygulamalarının değerlendirildiği araştırma sonuçlarına göre; azot ve kükürt uygulamalarının erken gelişme döneminde biomass üretimini arttırdığı belirtilmiştir. Buna ek olarak; yüksek kalsiyum konsantrasyonu için amonyum sülfat formunda gübre seçilmesini tavsiye etmişlerdir.

Gutezeit (2004) tarafından kullanılabilir su tutma kapasitesinin, %25, 45 ve 65' inin tüketildiğinde başlatılan sulama uygulamaları esas alınarak oluşturulan farklı sulama programlarının brokoli bitkisinde, toplam biomas, azot (N) dengesi ve pazarlanabilir verim üzerine etkileri incelenmiştir. İlkbahar ve sonbahar yetiştiriciliği şeklinde yapılan denemelerde, toplam bitki ağırlığı ve verimin, mevcut suyun %65' inin tüketilmesi halinde sulama yapılan konuda en düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca N dengesi hesaplarına göre; en büyük ürün kaybının ilkbaharda 70 kg ha⁻¹, sonbaharda ise 130 kg ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Doorenbos ve Kassam (1979), brokoli türü bitkilerin tümünde maksimum su ihtiyacının 5–6 mm olması halinde ve kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 35'i tüketildiğinde su alımının azalmaya başlayacağını açıklamışlardır.

Mihov ve Antonova (2001), Bulgaristan' da farklı dikim zamanlarının brokolide gelişme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, bitkisel materyal olarak Kermit F1, ve Fiesta F1 brokkoli çeşitleri ile ilkbahar (10 Mart), yaz (10 Haziran) ve sonbahar (10 Eylül) yetiştirme dönemi kullanılmıştır. Araştırmada; baş ağırlığı, baş çapı ve verim gibi özellikler belirlenmiştir. Araştırma sonunda, yetiştirme dönemleri arasında fark olduğu, en iyi baş gelişmesi ve verimin sonbahar yetiştirme döneminde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Wurr ve ark. (2002) tarafından yürütülen çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen brokolide, baş olumundan sonra ortaya çıkan su stresinin etkileri araştırılmıştır. Su ihtiyacının tamamının karşılandığı, stres aralığı yaratılan konu şeklinde oluşturulan farklı su stresi düzeylerinin; ürün oluşumu evresindeki hasat zamanını geciktirdiği ve ürün kalitesi üzerine olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

Padem ve ark. (1996), Erzurum ekolojik koşullarında farklı dikim zamanlarının bazı karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) çeşitlerinde bitki gelişmesi, verim ve bazı kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, bitkisel materyal olarak Olympos, Igloo, Erfurter, Surimaks RS 136400, Snow Flake, Snow Flower, White Light, Karçiçeği, Serrano F1, White Cloud ve Cristmas White karnabahar çeşitleri ile üç farklı dikim zamanı (25 Mayıs, 10 Haziran ve 25 Haziran) kullanılmıştır. Denemede yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, gövde uzunluğu, baş ağırlığı, baş çapı, baş yüksekliği, kuru madde miktarı, verim ve C vitamini değerleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda; Olympos, Igloo ve Karçiçeği karnabahar çeşitlerinin kullanılan diğer çeşitlerden daha iyi gelişme ve verim özelliğine sahip olduğu saptanmıştır.

Babik ve Elkner (2002) 1997–1999 yıllarında yürüttükleri tarla denemesinde, brokolide azotlu gübreleme ve sulamanın verim ve kalite üzerine etkilerini araştırılmışlardır. Sonbahar dönemi brokoli yetiştiriciliği için doğal yağış koşulları altında toprak nem düzeyinin 30 kPa seviyesinde sulama konuları seçilmiştir. 0–60 cm'lik toprağın derinliğine 100, 200, 400 ve 600 kg N ha⁻¹ olarak değişen azot uygulamaları yapmışlardır. Sulama ile birlikte ve yüksek azot uygulamaları (400–600 kg N ha⁻¹) baş oluşumunu ve hasat zamanını hızlandırdığı gibi bitki ağırlığını ve brokoli verimini artırmıştır. Azot uygulamalarının artması ile brokolinin nitrat içeriği artmış, sulama

uygulamaları ile düşmüştür. Nitrat içeriği düşük sulamalar şeker miktarı, askorbik asit ve beta karoten sulanmayan bitkilerle karşılaştırıldığında değişim göstermemiştir.

Thompson (1999) tarafından Arizona’ da yürütülen çalışmada, brokoli bitkisi sızdırma sulama yöntemi ile farklı azot uygulamaları ve farklı azot uygulama sıklıkları (günlük, haftalık, 2 haftalık ve aylık) koşullarında yetiştirilmiştir. Pazarlanabilir brokoli verimi, gübre miktarındaki artış ile artarak yaklaşık 1250–1500 kg/da bulunmuştur. Nitrat içerikleri azot dozlarındaki artıştan yüksek oranda etkilenmiş, gübre uygulama zamanlarının etkisi önemli bulunmamıştır.

Erdem ve ark., (2010), damla sulama yöntemi ile azot uygulamalarının ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde brokolide verim ve kalite etkisini değerlendirmek için araştırma yürütmüşlerdir. Sulama suyu 7 gün aralıklarla 4 farklı ($k_{cp} = 0,50-0,75-1,00$ ve $1,25$) class A-pan buharlaşmasına göre uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre; mevsimlik evapotranspirasyon ilkbahar döneminde 233 ile 328 mm arasında, sonbahar döneminde 276 ile 344 mm arasında tespit edilmiştir. ilkbahar döneminde en yüksek brokoli verimi $11,02 \text{ tha}^{-1}$, sonbahar döneminde $4,55 \text{ tha}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir.

Bandurska, (2004), su stresi altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarındaki prolin miktarlarının değişimlerini izlediği araştırmasında; incelenen bitkiler arasında oransal su kapsamındaki azalmanın en yüksek brokkoli yapraklarında oluştuğunu; en düşük oransal su kapsamının ise arpa yapraklarında rastlandığını tespit etmiştir.

Sancar ve ark., (2007), bamyada kurağa bağlı biyokimyasal ve prolin mekanizmasındaki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında; erken gelişme döneminde beş farklı bamya çeşidinde bakılan kuru madde birikimi, biyokimyasal bileşim ve prolin mekanizması parametreleri arasında istatistiki açıdan önemli farklar bulmuşlardır. Kuraklığa bağlı stres uygulamasında; kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam yaprak alanı, yaş ağırlık ve kuru ağırlıkta istatistiki açıdan önemli bir düşüş olmuştur. Prolin içeriği ve gama-glutamil kinaz istatistiki olarak artış göstermiş iken, prolin oksidaz aktivitesi düşüş göstermiştir. Kuraklık stresi serbest amino asit ve glisinebatın içeriğinde artışa neden olmuştur.

Ahire ve ark., (2005), beş adet kurağa dayanıklı, beş adet kurağa duyarlı nohut çeşitleri ile su stresinin prolin birikimi, protein profili ve DNA poliformizmi üzerine etkilerini incelediği çalışmalarında; en yüksek prolin birikiminin kurağa toleranslı çeşitler arasında meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Hamidou ve ark., (2007), cam sera koşullarında ve su stresi altında 5 börülce tipi arasındaki, 1. Vejetatif buyume evresi (T1); 14 gün boyunca, çiçeklenme evresi (T2) 12

gun boyunca fizyolojik ve biyokimyasal yanıtlarını araştırmışlardır. Bu stres altında, yaprak su potansiyeli, fotosentetik gaz değişimi, yaprak prolin, toplam protein, nişasta içeriği, maksimum fotokimya kuantum verimi (ϕ , p_0), kök hacmi ve verim parametreleri belirlenmiştir. Su stresi altında her iki evrede de, prolin önemli derecede akümüle olmuştur. Su stresi her iki evrede de (T1 ve T2) 5 çeşit için de toplam protein içeriğini önemli şekilde etkilememiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; her iki evrede de, 5 bürülce çeşidi kuraklık stresini önlemek için, stoma iletkenliğini ve transpirasyonu düşürdüğü belirlenmiştir. T1 ve T2 stres koşulları altında, prolin birikimi, toplam protein içeriği ve nisasta azalımı muhtemelen turgor korumasına katkıda bulunabilir. Ek olarak bu çözünenler, özellikle çiçeklenme aşamasındaki su stresi boyunca fotosentetik kısımların (PSII), denaturasyona karşı korunmasında katkıda bulunurlar.

Upreti ve ark., (1998), 6 farklı fasulye çeşidinde su stresinin bitki büyümesine, yaprak oransal su içeriği (RWC), osmotik potansiyel ve klorofil içeriğindeki değişimler, absisik asit, zeatin, etilen ve prolin içeriklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Su stresi altında en yüksek osmotik potansiyel ile yaprak oransal su içeriği Contender çeşidinde; en düşük ise IIHR-909 ve Sel-2 çeşitlerinde belirlenmiştir. Prolin ve absisik asit içeriği Contender çeşidinde belirlenirken; bunu UPF-626 çeşidi izlemiştir. Klorofil ve zeatin içerikleri IIHR-909 çeşidinde belirgin olarak azalmıştır. Stres ile birlikte etilen üretiminin tüm çeşitlerde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Gorbanli ve ark., (1998), iki nohut çeşidinde su stresinin etkilerinin aminoasit ve protein sentezine etkilerini incelemişlerdir. Gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre çözülebilir proteinler hem köklerde hem de sürgünlerde su stresi ile birlikte aminoasit birikimi ile birlikte azalmıştır. Proteinlerin azalması ile birlikte artan su stresi derecesinin birbirleri ile korelasyon halinde olduğunu belirlemişlerdir. İki nohut çeşidi arasında su stresi ile belirlenen protein değişimlerinin istatistiksel olarak önemli olmadığını aminoasit birikiminin ve stres toleransının Kaka çeşidinde Jam çeşidine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kuraklık stresi altında prolin, leusin, glutamik asit, aspartik asit gibi maddelerin arttığını, diğer aminoasit miktarlarında ise önemli bir değişim olmadığını saptamışlardır.

Sarker ve ark., (2005), iki farklı yılda cam serada saksılarda ve farklı nem seviyelerinde yetiştirilen patlıcanda araştırmalar yürütmüştür. Stres bitkilere kontrol (T0), kısa süreli stres (T1), uzun süreli tekrarlayan (T2) ve uzun süreli ve şiddetli stres (T3) olarak uygulanmıştır. Uygulanan su stresi sırasında ve sonrasında toprağın hacimsel su içeriği (VWC), yaprak su potansiyeli (Cp), prolin içeriği, terleme oranı (GS) gibi

parametreler incelenmiştir. Yapraklarda prolin sentezi hem kısa süreli hem de uzun süreli stres koşullarında artış göstermiş; en yüksek prolin artışı uzun süreli ve şiddetli stres (T3) uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine oranla 15 kat artış göstermiştir. Kısa ve uzun süreli stres koşullarında (T1 ve T2), patlıcanda önemli ölçüde prolin sentezlenmiş fakat net fotosentez miktarlarında daha az etkileşim meydana gelmiştir. Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına göre; hayatta kalma mekanizmasının bir parçası olarak prolin sentezinin bitkileri stresten kurtarma çabası olarak görülmektedir. Bu nedenle, patlıcan stres koşullarına adapte olma potansiyeline sahip olmaktadır.

Schreiner, ve ark., (2009), Holeta-1 ve 37-A olarak isimlendirilen iki hardal hattı üzerinde optimum ve kuraklık koşullarında 2-propenyl ve 3-indolylmethyl glikosinolatların konsantrasyonlarını araştırmışlardır. İyi sulanan hatlarda 15-16 yaprak aşamasına kadar glikosinolatlar sabit kalırken; kuraklığa maruz kalan hardal bitkilerinde glikosinolatlar belirgin bir şekilde artış göstermiştir. Genel olarak 2-propenyl, 37-A hardal hattında kuraklık ile birlikte Holeta-1 hardal hattına göre daha fazla artış göstermiştir. Kuraklık kaynaklı glikosinolat birikimi osmotik ayarlama süreci ile birlikte entegre edilecek gibi görünmektedir. Kuraklık ile birlikte birincil metabolitlere göre ikincil metabolitlere doğru bir kayma olarak glikosinolat sentezi teşvik edilmektedir. Böylece toprak su içeriği %80'in altında tutularak hardal bitkisi 15–16 yapraklı olana kadar glikosinolat içeriğinin arttırılabileceği belirtilmektedir.

Çoğu brassicaceae türü bir veya birden fazla indol glikosinolat içermektedir. İndol-3-metilglikosinolatlar (IMG) ek olarak sıklıkla karşılaşılan başlıca glikosinolatlar 1-metoksiIMG, 4-hidroksiIMG ve 4-metoksiIMG olarak karşımıza çıkmaktadır. Doku bozulması üzerine enzimatik hidroliz ile indol-3-asetonitril ve indol-3-ylmethyl izotiyosiyanat oluşturmak için hızla reaksiyona girerek alglukon üretirler (Agerbirk ve ark., 2009).

Faulkner ve ark., (1998), Brassica türü sebzelerde antikanserojen olarak varsayılan etkilerin belli başlı glikosinolatlar ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Brokolide ilgili glikosinolattan elde edilen 4-Methylsulphinylbutyl isothiocyanate (sülforaphanin), daha önce, fare hepatoma Hepa 1c1c7 hücreleri içinde, antikanserojen işaretleyici enzim kinon reduktaz [NADP(H):quinone-acceptor oxidoreductase] olarak tespit edilmiştir.

Glikosinolatlar sebzelerde koruyucu etkilere katkıda bulunurlar. Rungapamestry ve ark., (2008), brokolide donma ve ağarma ile birlikte depolama ve pişirme sonunda glikosinolat konsantrasyonu ve mirosinaz aktivitelerindeki değişimleri araştırmıştır.

Dondurma ve pişirme sonucunda glikosinolat konsantrasyonlarında değişim önemsiz bulunurken, mirosinaz aktivitesi %93 artmıştır.

Ahmad ve ark., (2007), kanola bitkisinde 4 farklı kükürt ve 3 farklı azot dozu uygulayarak yapmış oldukları çalışmada; glikosinolat miktarları artan kükürt uygulamaları ile birlikte 13,6 $\mu\text{mol/g}$ 'dan 24,6 $\mu\text{mol/g}$ 'a kadar artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Berenguer ve ark., (2008), tuz stresi altında glikosinolat birikimini ve osmotik ayarlama ile kükürt asimilasyonunun etkilerini araştırmışlardır. Tuz uygulamaları ile kükürt miktarları arasında fark bulunamamasına rağmen, 15 gün 80 mM NaCl uygulaması sonucunda SO_4^- iyonlarında azalma ve glikosinolat miktarlarında artış tespit etmişlerdir.

Kontrollü atmosfer koşulları altında depolanan Maraton brokkoli çeşidinde glikosinolatların tespit edilmesi amacıyla yapılan araştırmada, 7 gün süreyle depolanan brokkolide glikosinolat içeriğinin farklı uygulamalarla %42 ve %21 oranlarında arttığını tespit edilmiştir (Hensen ve ark., 1995).

Meyer ve Adam (2008), bir yıl süreyle aylık olarak piyasadan temin edilen hem organik hem de konvansiyonel olarak yetiştirilmiş brokoli ve kırmızı lahanalardaki glikosinolat miktarlarını belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Kırmızı lahanalarda ekolojik olarak temin ettikleri ürünlerde; brokolide hem ekolojik hem de konvansiyonel olarak farklılıklar tespit etmişlerdir.

Vitamin C, askorbik asit ve dehidroaskorbik asit de dahil olmak üzere bahçe bitkilerinde en önemli besin kalitesi faktörlerinden birisidir ve insan vücudunda pek çok biyolojik faaliyet göstermektedir. Meyve ve sebzelerde bulunan C vitamini içeriği, genotipik farklılıklar, iklim koşulları, hasat öncesi kültürel uygulamalar, olgunluk durumu ve hasat sonrası bazı uygulamalar gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenebilir. Büyüme mevsimi boyunca ışık şiddeti ne kadar yüksek ise bitki dokularındaki vitamin C içeriği daha fazla olmaktadır. Yüksek oranda azotlu gübreleme meyve ve sebzelerdeki C vitamini içeriğini düşürmektedir. Çoğu bitkide vitamin C içeriği sık sulamalarla arttırılabilir. Hasat sonrası sıcaklık yönetimi meyve ve sebzelerde C vitamini korumak için en önemli faktördür. Yüksek sıcaklıklarda uzun depolama süreleri vitamin C kayıplarını artırmaktadır (Lee ve Kader, 2000).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Araştırma Alanı

Bu çalışma; 2008, 2009 ve 2010 yılları Sonbahar döneminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında kontrollü olarak yürütülmüştür (Şekil 1). Araştırma yeri 40° 08' kuzey enlemi, 28° 20' doğu boylamı arasında yer almaktadır.



Şekil 1. Deneme alanından bir görünüm.

3.1.2. İklim Özellikleri

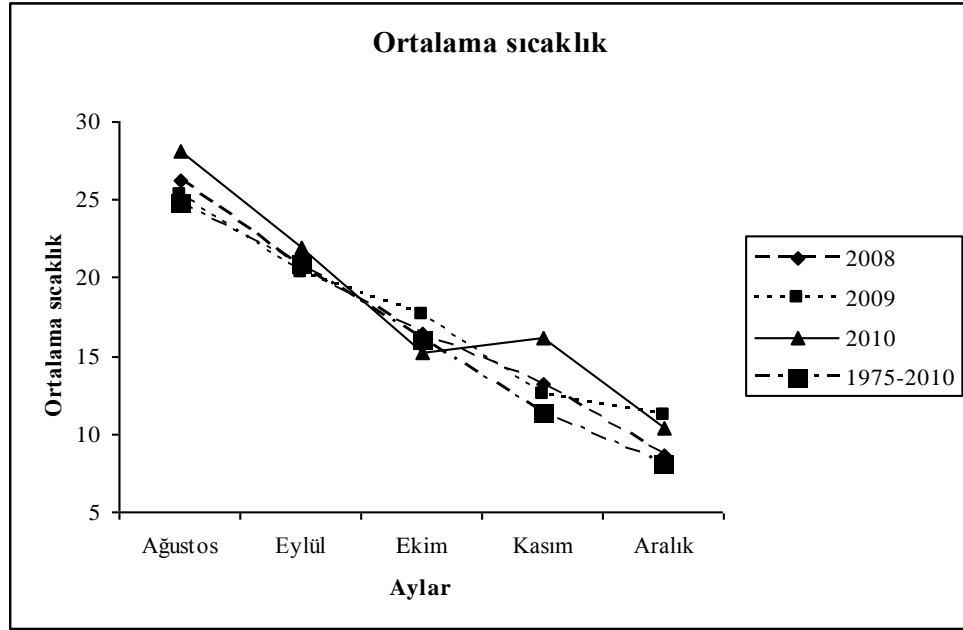
Araştırmanın yürütüldüğü Çanakkale ili sınırları itibariyle, Anadolu'nun kuzeybatı ve Trakya'nın güneybatı kısmında; Marmara denizinin güney ucunda, adını verdiği boğazın iki yanında yer alır. Araştırma alanı Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında bir geçiş iklimine sahiptir.

Araştırma alanının en yakın olduğu Çanakkale Meteoroloji istasyonu uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık ortalama sıcaklık 14,8° C'dir. Sıcaklığın yıl içinde aylara göre dağılımı incelendiğinde aylık ortalama sıcaklığın en düşük 6,2° C ile Ocak ayında, en yüksek 24,6° C ile Ağustos ayında meydana geldiği görülmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 608,9 mm'dir. Yıllık yağışın mevsimlere göre dağılımı ise %44 kış, %24 ilkbahar,

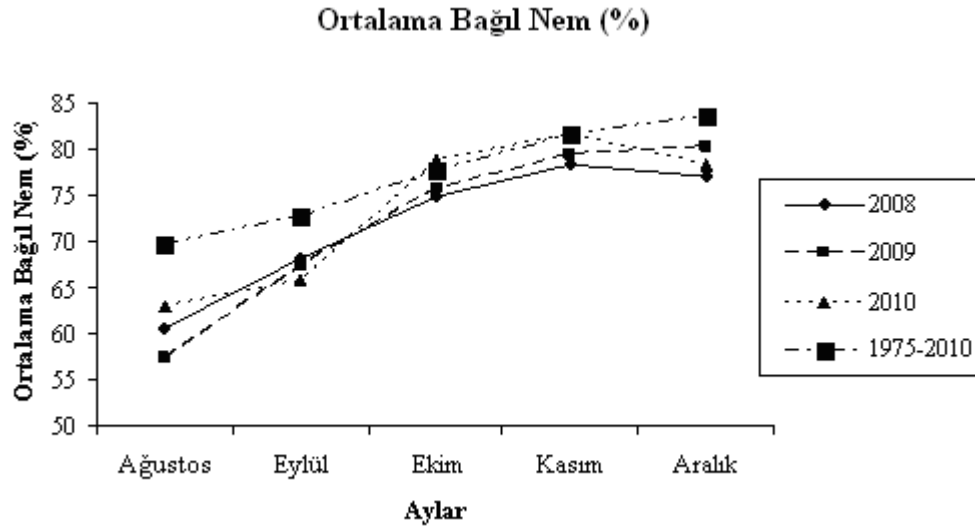
%7 yaz ve %25 sonbahar aylarındadır. Aylık ortalama yağış miktarı en yüksek 108,9 mm ile Aralık ayında, en düşük ise 7.0 mm ile Ağustos ayında görülmektedir (Karagöz, 2001).

Araştırmanın yürütüldüğü Çanakkale iline ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalamaları Tablo 1’de, yetiştiriciliğin gerçekleştirildiği 2008, 2009 ve 2010 yıllarına ait iklim parametrelerinin günlük ortalama değerleri ise Tablo 2, 3 ve 4’de, verilmiştir (Anonim, 2008; 2009; 2010). Çizelgelerdeki iklim elemanlarının tamamı deneme alanına 5 km mesafedeki Çanakkale Meteoroloji İstasyonundan alınmıştır.

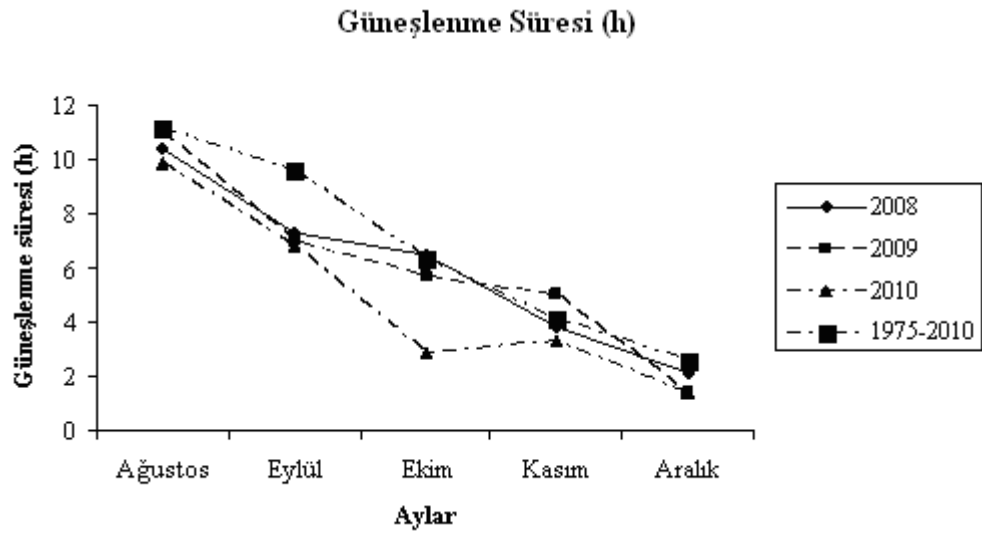
Çanakkale Meteoroloji İstasyonundan temin edilen iklim verileri ile deneme yılları ve uzun yıllar ortalamaları birlikte değerlendirilmiştir. Ortalama sıcaklıklardaki değişimler Şekil 2’de, bağıl nem değerleri Şekil 3’de, güneşlenme süreleri Şekil 4’de, buharlaşma miktarları Şekil 5’de ve yağış miktarları Şekil 6’da verilmiştir.



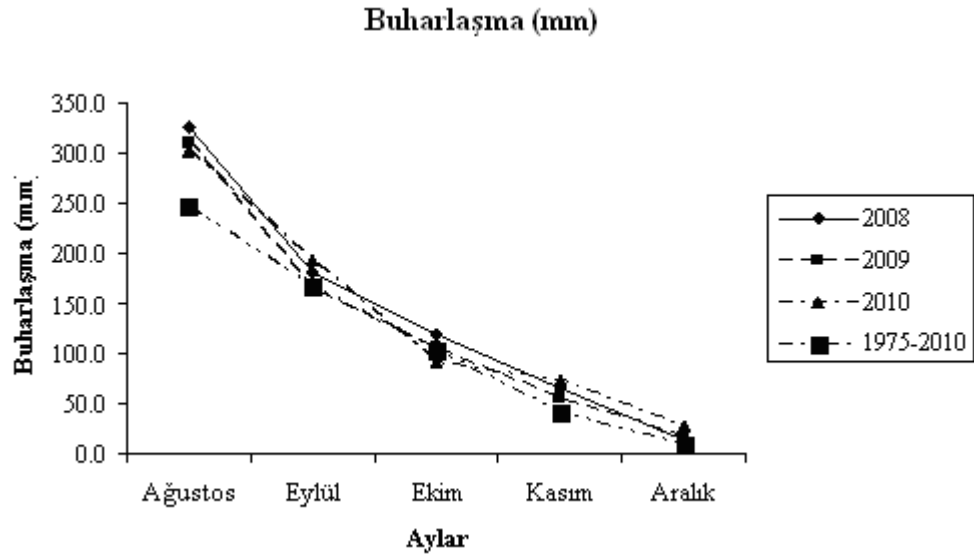
Şekil 2. Deneme yılları ile uzun yıllara ait ortalama günlük sıcaklık değerleri , (°C)



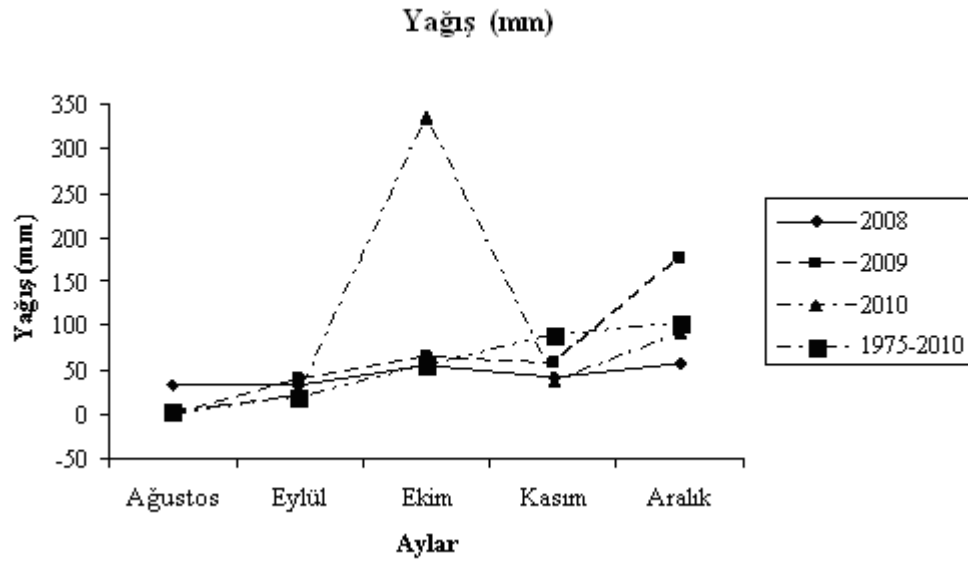
Şekil 3. Deneme yılları ile uzun yıllar bağlı nem değerleri



Şekil 4. Araştırma yılları ve uzun yıllar ortalama günlük güneşlenme süreleri, (h)



Şekil 5. Deneme yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait aylık toplam buharlaşma miktarları, (mm)



Şekil 6. Deneme yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait aylık yağış miktarları, (mm)

Tablo 1. Araştırmanın yürütüldüğü Çanakkale iline ait 1975–2010 yılları arasındaki bazı ortalama iklim verileri

İklim verileri	AYLAR												Yıllık Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık, (°C)	6,2	6,3	8,2	12,5	17,4	22,3	24,9	24,7	20,8	16,0	11,3	8,1	14,9
Ortalama Max. Sıcaklık, (°C)	18,4	21,2	24,2	26,1	32,1	36,4	38,8	38,6	35,4	31,7	25,2	20,4	29,0
Ortalama Min. Sıcaklık, (°C)	-8,6	-11,2	-8,4	-1,3	3,4	8,4	11,6	11,6	8,2	0,4	-2,8	-8,6	0,2
Ortalama Bağıl Nem, (%)	83,2	81,0	80,7	79,3	76,9	72,1	68,5	69,7	72,7	77,7	81,5	83,4	77,2
Ortalama Rüzgar Hızı*, (m/s)	4,4	4,6	4,3	3,8	3,5	3,3	3,8	3,8	3,6	3,8	4,0	4,5	4,0
Ortalama Güneşlenme Süresi, (h)	3,30	4,27	5,36	7,22	9,25	11,07	11,48	11,15	9,58	6,30	4,13	2,55	7,14
Yağış, (mm)	85,3	66,2	65,8	47,3	32,1	21,8	12,2	4,6	19,4	54,8	89,1	102,4	601
Buharlaşma, (mm)	0,0	0,0	0,0	109,3	166,0	215,6	264,5	246,5	167,6	102,8	41,2	10,0	1323,5

* 2 m yükseklikteki değer

Tablo 2. Araştırmanın yürütüldüğü 2008 yılına ait bazı iklim parametreleri

Aylar Ortalama	Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl nem (%)	Ortalama rüzgâr hızı*	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** mm/gün	Yağış (mm)
Ağustos						
01-10	25,87	55,44	5,22	11,0	12,49	-
11-20	26,62	61,10	3,82	10,9	9,44	34,1
21-31	25,95	65,29	4,79	9,2	9,74	-
01-31	26,18	60,61	4,61	10,4	10,56	34,1
Eylül						
01-10	24,37	60,61	4,36	10,5	8,52	-
11-20	21,30	67,05	3,29	7,1	6,21	7,7
21-30	16,05	77,08	3,30	4,2	3,39	24,5
01-30	20,57	68,25	3,65	7,3	6,04	32,2
Ekim						
01-10	17,95	74,48	4,02	7,1	3,93	53,3
11-20	16,99	74,81	3,72	6,9	4,56	-
21-31	14,47	75,09	3,49	5,5	3,08	2,2
01-31	16,47	74,79	3,74	6,5	3,86	55,5
Kasım						
01-10	15,60	79,29	3,74	4,6	2,67	-
11-20	11,98	79,67	2,97	3,9	1,43	14,1
21-30	11,84	76,21	5,06	3,0	2,37	29,1
01-30	13,14	78,39	3,92	3,8	2,16	43,2
Aralık						
01-10	12,47	76,69	3,56	2,9	-	31,8
11-20	10,89	80,12	3,06	2,3	-	17,4
21-31	2,93	74,10	4,34	1,1	-	9
01-31	8,69	76,97	3,65	2,1	-	58,2

* : 2 m yükseklikteki değeri

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen değer

Tablo 3. Araştırmanın yürütüldüğü 2009 yılına ait bazı iklim parametreleri

Aylar Ortalama	Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı*	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** mm/gün	Yağış (mm)
Ağustos						
01-10	26,31	59,11	4,34	10,59	10,01	-
11-20	25,10	55,22	4,75	11,08	9,79	-
21-31	24,48	57,59	4,43	11,42	10,12	-
01-31	25,30	57,31	4,51	11,00	9,97	-
Eylül						
01-10	21,82	64,24	3,36	7,48	6,13	11,7
11-20	20,92	72,60	3,08	5,21	4,74	28,1
21-30	18,33	65,23	3,46	8,28	5,66	-
01-30	20,36	67,36	3,30	7,00	5,51	39,8
Ekim						
01-10	19,96	70,98	3,42	7,37	4,32	1,2
11-20	17,68	77,89	3,76	5,48	3,25	62,2
21-31	15,47	78,54	3,55	4,11	3,06	0,2
01-31	17,70	75,80	3,58	5,70	3,54	63,6
Kasım						
01-10	13,63	76,50	3,94	4,42	2,16	17,8
11-20	11,70	79,42	2,09	4,34	1,41	41,0
21-30	12,06	82,30	2,48	6,31	2,06	-
01-30	12,46	79,41	2,84	5,00	1,88	58,8
Aralık						
01-10	12,06	80,22	3,12	1,80	-	14,0
11-20	8,14	85,27	4,89	0,89	-	119,1
21-31	13,45	75,34	6,09	1,44	-	43,6
01-31	11,22	80,28	4,70	1,40	-	176,7

* : 2 m yükseklikteki değeri

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen değer

Tablo 4. Araştırmanın yürütüldüğü 2010 yılına ait bazı iklim parametreleri

Aylar Ortalama	Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı*	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** mm/gün	Yağış (mm)
Ağustos						
01-10	28,29	67,36	3,18	9,3	9,1	-
11-20	29,77	60,16	3,86	10,3	10,4	-
21-31	26,15	61,29	4,23	10,3	9,7	-
01-31	28,07	62,94	3,76	9,9	9,7	-
Eylül						
01-10	22,29	63,36	3,69	8,9	6,6	17,8
11-20	22,07	61,23	3,26	7,8	7,3	-
21-30	21,33	73,00	4,49	3,8	5,5	3,6
01-30	21,90	65,86	3,81	6,8	6,5	21,4
Ekim						
01-10	15,31	64,50	3,55	3,5	4,8	5,7
11-20	17,24	90,02	2,90	2,0	1,2	177,2
21-31	12,94	81,83	3,87	3,3	2,3	150,4
01-31	15,16	78,78	3,44	2,9	2,8	333,3
Kasım						
01-10	15,05	84,60	4,71	5,0	2,4	-
11-20	16,03	86,65	2,36	2,7	1,8	17,4
21-30	17,55	73,58	7,80	2,2	3,2	20,7
01-30	16,21	81,61	4,96	3,3	2,5	38,1
Aralık						
01-10	14,43	72,29	5,79	1,4	-	23,4
11-20	5,61	79,32	4,43	1,3	-	41,7
21-31	10,88	83,27	4,20	1,5	-	25,4
01-31	10,31	78,29	4,81	1,4	-	90,5

* : 2 m yükseklikteki değeri

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen değer

3.1.3. Araştırmanın yürütüldüğü yıllar ve dönemlere ait sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı, güneşlenme ve buharlaşma değerleri

Araştırmanın yürütüldüğü 3 yıllık toplam yetiştirme periyodu boyunca aylara göre günlük sıcaklık toplamaları Tablo 5’de verilmiştir. 2008, 2009 ve 2010 yıllarında dikimden itibaren son hasat yapılana kadar aylık toplam sıcaklıklar arasındaki farklılıklar, yetiştirme dönemi uzunluğundan, verim ve verim parametrelerindeki değişimlere kadar değerlendirilen pek çok özellik üzerine etkili olmuştur.

Tablo 5. Vejetasyon süresince tespit edilen toplam aylık sıcaklık değerleri

Yıllar	Aylar					
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM
2008	530,7	617,2	510,7	394,2	197,3*	2250,1
2009	545,2	482,4	546,7	373,9	158,7**	2106,9
2010	783,5	656,9	473,5	486,3	79,8***	2480

* son hasat tarihine kadar 17 günlük sıcaklık toplamı

** son hasat tarihine kadar 16 günlük sıcaklık toplamı

*** son hasat tarihine kadar 4 günlük sıcaklık toplamı

Araştırmanın yürütüldüğü yılların yetiştirme periyodunu kapsayan aylara ait ortalama günlük oransal nem değerleri Tablo 6’da gösterilmiştir. Çizelgede yer alan donelerin irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere, en yüksek oransal nem ortalaması % 82,05 ile 2009 yılı Aralık ayında gerçekleşmiştir. En düşük bağıl nem ortalaması ise yine aynı yıl %55,90 ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir.

Tablo 6. Vejetasyon süresince tespit edilen aylık oransal nem ortalama değerleri

Yıllar	Aylar					
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	ORTALAMA
2008	62,31	68,25	74,67	78,39	77,36	72,20
2009	55,90	67,36	75,91	79,41	82,05	72,13
2010	62,14	67,36	75,80	79,41	64,58	69,86

Deneme yıllarının vejetasyon dönemini içine alan aylarına ait ortalama rüzgâr hızı ve ortalama günlük güneşlenme süreleri Tablo 7 ve 8’de özetlenmiştir. Yıllara göre dikim tarihinden son hasat yapılana kadar belirlenen değerler kullanılarak oluşturulmuş Tablo 7’de en yüksek rüzgâr hızı 8,3 m/s ile 2010 yılı aralık ayında, en düşük rüzgâr hızı ise 2,84 m/s ile 2009 yılı Kasım ayında görülmüştür.

Tablo 7. Vejetasyon süresince tespit edilen rüzgâr hızı ortalama değerleri

Yıllar	Aylar					
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	ORTALAMA
2008	4,38	3,65	3,74	3,92	3,18	3,77
2009	4,62	3,30	3,58	2,84	3,44	3,56
2010	3,94	3,81	3,44	4,96	8,3	4,89

Tablo 8. Vejetasyon süresince tespit edilen ortalama güneşlenme süresi değerleri

Yıllar	Aylar					
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	ORTALAMA
2008	10,4	7,3	6,5	3,8	3,0	6,2
2009	11,3	7,0	5,7	5,0	1,4	6,1
2010	10,0	6,8	2,9	3,3	1,3	4,9

Tablo 8’de aylara göre ortalama güneşlenme süreleri görülmektedir. En yüksek güneşlenme süresi 11,3 saat ile 2009 yılı Ağustos ayında gerçekleşmiştir. En düşük güneşlenme süresi ise 1,3 saat ile 2010 yılı Aralık ayındadır. Yıllık ortalamalara bakılacak olursa 2010 yılı en düşük güneşlenmenin gerçekleştiği yıl olmuştur. 2008 ve 2009 yılı yetiştirme periyodu ortalamaları arasında çok az bir fark görülmektedir.

Tablo 9. Vejetasyon süresince tespit edilen toplam buharlaşma değerleri

Yıllar	Aylar					
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM
2008	197,8	181,2	118,5	64,7	13,4	575,6
2009	220,4	165,3	110,0	56,3	17,7	569,7
2010	277,7	193,8	92,4	73,7	16,4	654,0

Tablo 9'a göre 2010 yılı toplam buharlaşma miktarı toplam 654 mm ile en yüksek olurken, 2008 ve 2009 yılları arasında sadece 5,9 mm'lik bir fark vardır. Aylık olarak en yüksek buharlaşma miktarı 277,7 mm ile 2010 yılı Ağustos ayında gerçekleşirken, en düşük buharlaşma 13,4 mm ile 2008 yılı Aralık ayında meydana gelmiştir.

3.1.4. Saksılarda Kullanılan Toprak ve Harç Özellikleri

Araştırma için kullanılan ve tuzluluk veya sodyumluluk sorunu olmayan toprak, gübre, çakıl taşı ve deniz kumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Peyzaj biriminden temin edilmiştir.

3.1.4.1. Saksılarda kullanılan harcın fiziksel özellikleri

Yetiştirme ortamı olarak, 7 kısım tınlı toprak, 3 kısım torf ve 2 kısım kumdan oluşan saksı harçları hazırlanmıştır. Hazırlanan harç saksılara doldurulmadan, saksıların alt kısmına 3–5 cm çapında yıkanmış çakıl taşları yerleştirilmiştir.

Araştırmada kullanılmak üzere hazırlanan saksı harçlarının bazı fiziksel özelliklerine ilişkin parametreler Tablo 10'da görülmektedir. Tablo 10'da özetlenen laboratuvar bulgularına göre, araştırmanın her üç yılında kullanılan saksı harçları da kumlu-tınlı bünyeye sahip, brokkoli yetiştiriciliği için kullanılabilir niteliktedir. Toprak pH'sının 6.5 ve üzerinde olması, brokkoli yetiştiriciliği için yeterlidir. Hazırlanan saksı harçların EC'leri ise yıllara göre 0,68 ile 0,74 arasında değişmektedir.

Tablo 10. Yıllara göre toprağın fiziksel parametreleri

Yıl	EC dS. m ⁻¹	pH	Kil	Kum	Silt	Bünye	Gravimetrik Nem%	Kireç %
2008	0,74	7,5	19,1	59,5	21,4	Kumlu-Tınlı	6,53	8,6
2009	0,68	7,3	18,7	58,2	20,8	Kumlu-Tınlı	6,25	8,2
2010	0,72	7,6	19,5	59,7	21,7	Kumlu-Tınlı	6,67	8,5

3.1.4.2. Kullanılan harcın bazı kimyasal özellikleri

Deneme saksılarının doldurulmasında kullanılan harçlarının bazı kimyasal analiz değerleri Tablo 11'de verilmiştir. Tabloda yer alan bulgulardan görüldüğü gibi harçların

organik madde içeriği biraz düşük olmakla birlikte, brokoli yetiştiriciliği için uygun olmaktadır. Karışımların bitki besin içeriğine ilişkin analiz sonuçlarından yararlanılarak her deneme yılında brokoli için uygun gübreleme programı hazırlanmış ve her bir saksıya ayrı ayrı uygulanmıştır.

Tablo 11. Yıllara göre saksı harcının kimyasal özellikleri

Yıllar	Organik Madde %	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	Mo (ppm)
2008	1,77	268,02	654,87	758,95	5696,59	258,55	1,892	1,048	0,097	11,879	0,077	0,001
2009	1,75	254,63	671,83	787,41	5539,69	251,25	1,825	1,102	0,088	11,769	0,085	0,001
2010	1,79	261,47	652,25	768,48	5672,37	255,68	1,794	1,094	0,095	10,862	0,069	0,001

3.1.5. Sulama Suyu Özellikleri

Deneme süresince sulama suyu olarak Çanakkale Belediyesi şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan sulama suyunun bazı kimyasal özelliklerine ilişkin olarak Çanakkale Belediyesinden alınan sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Yıllara göre sulama suyu kimyasal analiz sonuçları

Parametre	Birimi	2008 yılı miktarı	2009 yılı miktarı	2010 yılı miktarı
Bor	mg/L	0,027	0	0
Florür	mg/L	0,051	0,033	0,013
Siyanür	mg/L	0	0,001	0,001
Kadmiyum	mg/L	0	0	0,003
Aluminyum	mg/L	0,113	0,096	0,068
Klorür	mg/L	28,423	16,996	17,239
Sülfat	mg/L	164,155	87,159	84,076
Demir	mg/L	0,013	0,009	0,008
Mangan	mg/L	0,007	0,001	0,034
Bakır	mg/L	0	0	0
Kalsiyum	mg/L	63,1	34,9	34,9
Magnezyum	mg/L	13,4	10,0	9,7
Serbest Klor	mg/L	1,3	1,0	1,0
Nitrat	mg/L	0,353	2,016	1,714
Nitrit	mg/L	0,005	0,001	0
Amonyum	mg/L	0	0	0
Organik Madde		0,49	1,66	0,54
Toplam sertlik (CaCO ₃)	mg/L	213	128	127,4
pH		7,66	7,03	6,95
Tuzluluk	dS/m	0,327	0,172	0,191

3.1.6. Kullanılan Çeşit Özellikleri

Araştırmada bitkisel materyal olarak fide dikiminden itibaren 90 günde hasat olgunluğuna gelen, Maraton brokoli çeşidi kullanılmıştır. Kubbemsi koyu yeşil ve verimli bir çeşittir. Orta geççi, sofralık ve ihracatta talep görmektedir. Açık tarla yetiştiriciliği için önerilen önemli bir brokoli çeşididir (Anonim, 2010d).

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Kullanılan Harcın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme için hazırlanan saksı harcının fiziksel analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla gerekli analizler ise Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü tarafından yapılmıştır. Fiziksel olarak toprak bünyesi, gravimetrik nem ve kireç miktarları belirlenmiştir. Kimyasal olarak ise elektriksel iletkenlik, pH, organik madde, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, çinko, bakır, mangan, bor ve molibden miktarları belirlenmiştir.

3.2.2. Deneme Deseni

Araştırmada deneme konusu bitkinin gelişmesinde mevcut dönemler esas alınarak 4 farklı su kısıtı (%80, %60, %40 ve %20) seviyesi uygulanmıştır. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeye ilişkin istatistiksel model aşağıdaki gibidir.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

μ = Genel popülasyon ortalaması

α = Su kısıtı seviyeleri (i:1,2,3,4)

β = Gelişme dönemleri etkisi (j:1,2,3,4)

$\alpha\beta$ = Su kısıtı x Gelişme dönemleri interaksiyon etkisi

ε = Hata Terimi

Deneme konuları ve saksıların numaralandırılması aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

- 1- $E_{100}G_{100}Ç_{100}$
- 2- $E_{80}G_{80}Ç_{80}$
- 3- $E_{60}G_{60}Ç_{60}$
- 4- $E_{40}G_{40}Ç_{40}$
- 5- $E_{20}G_{20}Ç_{20}$
- 6- $E_{80} G_{100}Ç_{100}$
- 7- $E_{60} G_{100}Ç_{100}$
- 8- $E_{40} G_{100}Ç_{100}$
- 9- $E_{20} G_{100}Ç_{100}$
- 10- $E_{100}G_{80}Ç_{100}$
- 11- $E_{100}G_{60}Ç_{100}$
- 12- $E_{100}G_{40}Ç_{100}$

- 13- E₁₀₀G₂₀Ç₁₀₀
- 14- E₁₀₀G₁₀₀Ç₈₀
- 15- E₁₀₀G₁₀₀Ç₆₀
- 16- E₁₀₀G₁₀₀Ç₄₀
- 17- E₁₀₀G₁₀₀Ç₂₀

3.2.3. Uygulanan Kültürel İşlemler

Fidelerin saksılara dikildiği tarihten itibaren saksılarda yabancı ot kontrolü elle yapılmıştır. Toprağın havalandırılması amacıyla 15 günde bir saksı toprakları küçük el çapasıyla kabartılmıştır. Ayrıca bitkiler üzerinde görülen zararlılara karşı kimyasal ilaçlama yapılmıştır.

3.2.4. Sulama Suyu ve Kimyasal Gübre Uygulamaları

Kullanılan suya ait bazı kalite parametreleri Tablo 12’de verilmiştir. Kullanılan saksı harcının bazı besin elementi içerikleri Tablo 11’de görülmektedir. Bu değerlere göre Timak tarım tarafından üretilen kimyasal gübreler kullanılarak 1 bitki için gerekli gübre miktarları hesaplanarak her bir saksıya eşit miktarlarda uygulanmıştır.

3.2.5. Sulama Suyu Miktarının ve Her bir Konuya Uygulanan Sulama Suyunun Tespiti

Denemelerin yürütüldüğü ağırlığı bilinen 10 litrelik saksılarda kullanılan harcın su tutma kapasitesinin belirlenmesinde önce karışım su ile doymun hale getirilmiş ve 24 saat süresince yerçekimi kuvveti altında süzölmeye bırakılmıştır. Belirtilen sürenin tamamlanmasından sonra saksı+harç karışımı ağırlığı tekrar tartılmış ve %100 (kontrol) konusunda sulama suyu uygulandığında, oluşan toplam ağırlık belirlenmiştir. Deneme başladıktan sonra, her 3 günde bir saksılardan oluşan buharlaşma ve bitkinin kullandığı su miktarları, saksılar tartılarak belirlenmiştir. Saksılardan eksilen ağırlık kadar sulama suyu uygulanmıştır. Diğer su kısıtı seviyeleri kontrol olarak belirlenen saksının ağırlığına göre belirlenmiş ve sulama suyu buna göre uygulanmıştır. İlk sulama fideler saksılara dikildiğinde uygulanmıştır. Fidler toprağa adapte olana kadar tüm konulara eşit miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Fidler adapte olduktan sonra su kısıtları uygulanmaya başlanmıştır. Uygulamalar ekonomik olarak hasat edilebilecek son brokoli bitene kadar devam etmiştir.

Araştırmada uygulanan deneme konuları;

- 1) $E_{100}G_{100}C_{100}$: Tüm gelişme dönemi boyunca optimum nem koşullarında gelişen ve stres oluşmasına izin verilmeyen kontrol konusu %100 (kontrol),
- 2) $E_{80}G_{80}C_{80}$: Tüm gelişme dönemi boyunca kontrol konuya uygulanan sulama suyu miktarının % 80'nin uygulanması (%20 kısıntı),
- 3) $E_{60}G_{60}C_{60}$: Tüm gelişme dönemi boyunca kontrol konuya uygulanan sulama suyu miktarının % 60'nin uygulanması (%40 kısıntı),
- 4) $E_{40}G_{40}C_{40}$: Tüm gelişme dönemi boyunca kontrol konuya uygulanan sulama suyu miktarının % 40'nin uygulanması (%60 kısıntı),
- 5) $E_{20}G_{20}C_{20}$: Tüm gelişme dönemi boyunca kontrol konuya uygulanan sulama suyu miktarının % 20'nin uygulanması (%80 kısıntı),
- 6) $E_{80}G_{100}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yapraklar oluşuncaya kadar %20 kısıt, takip eden dönemlerde tam sulama,
- 7) $E_{60}G_{100}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yapraklar oluşuncaya kadar %40 kısıt, takip eden dönemlerde tam sulama,
- 8) $E_{40}G_{100}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yapraklar oluşuncaya kadar %60 kısıt, takip eden dönemlerde tam sulama,
- 9) $E_{20}G_{100}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yapraklar oluşuncaya kadar %80 kısıt, takip eden dönemlerde tam sulama,
- 10) $E_{100}G_{80}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yaprak oluşumu ile çiçek taslaklarının oluşumu arasında %20 kısıt, önceki ve takip eden dönemlerde tam sulama,
- 11) $E_{100}G_{60}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yaprak oluşumu ile çiçek taslaklarının oluşumu arasında %40 kısıt, önceki ve takip eden dönemlerde tam sulama,
- 12) $E_{100}G_{40}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yaprak oluşumu ile çiçek taslaklarının oluşumu arasında %60 kısıt, önceki ve takip eden dönemlerde tam sulama,
- 13) $E_{100}G_{20}C_{100}$: Fide dikiminden itibaren rozet yaprak oluşumu ile çiçek taslaklarının oluşumu arasında %80 kısıt, önceki ve takip eden dönemlerde tam sulama,
- 14) $E_{100}G_{100}C_{80}$: Fide dikiminden itibaren çiçek taslakları oluşumundan hasada kadar %20 kısıt, önceki dönemlerde tam sulama,
- 15) $E_{100}G_{100}C_{60}$: Fide dikiminden itibaren çiçek taslakları oluşumundan hasada kadar %40 kısıt, önceki dönemlerde tam sulama,
- 16) $E_{100}G_{100}C_{40}$: Fide dikiminden itibaren çiçek taslakları oluşumundan hasada kadar %60 kısıt, önceki dönemlerde tam sulama,

17) **E₁₀₀G₁₀₀C₂₀** : Fide dikiminden itibaren çiçek taslakları oluşumundan hasada kadar %80 kısıt, önceki dönemlerde tam sulama,
Tüm uygulamalar için 17 x 5 = 85 saksı kullanılmıştır.

3.2.6. Verim ve Verim Parametrelerinin Belirlenmesi

Yetiştirme periyodu sonunda primer sürgünler maksimum ağırlığa ulaştığı zaman (çiçek tomurcukları açmaya başlamadan hemen önce) hasat edilen bitkiler aşağıdaki ölçüm, sayım, tartım ve hesaplamalar yapılarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Ana başların hasadından sonra sekonder sürgünler 10–12 gün sonra gelişmeye başlamış ve hasat edilmiştir.

Araştırma süresince gerçekleştirilen morfolojik ölçümler:

1) Bitki başına verim (g/bitki): Bitkiler hasat edildikten sonra primer ve sekonder sürgünler 0,01 g hassasiyetli tartı ile tartılarak her bir bitkinin verimi tespit edilmiştir.

2) Dekara verim (kg/da): elde edilen pazarlanabilir primer ve sekonder sürgün ağırlıkları toplanmış ve dekara oranlanarak elde edilmiştir.

3) Taç boyu ve çapı (mm): Hasat sonrası primer sürgünler 0,01 mm hassasiyetli kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir.

4) Yaprak alanı (cm²): Hasat sonrasında ortalamayı temsil eden 3 bitkide yaprak alanları CL–202 Leaf Area Meter (CID, Inc) aleti kullanılarak ölçülmüştür.

5) Yaprak, gövde ve toplam kuru madde miktarları: Hasat sonrasında ortalamayı temsil edecek 3 bitki kesilerek yaprak ve gövde yaş ağırlıkları alınmıştır. Alınan örnekler etüvde, 65°C’de kuru ağırlıklarının sabitlendiği zamana kadar (yaklaşık 3 gün) kurutulmuştur. Elde edilen yaş ve kuru ağırlık değerleri kullanılarak % kuru madde miktarları tespit edilmiştir. % kuru madde miktarları tespit edildikten sonra toplam yaş verimler (ağırlıklar) baz alınarak her deneme konusunda oluşan toplam kuru madde miktarları belirlenmiştir.

3.2.7. Doku Elektriki İletkenliğinin Tespiti

Doku elektriki iletkenliklerinin belirlenmesi Fan and Sokorai (2005)’e göre yapılmıştır. Yönteme göre, 5 g örnek 100 ml’lik beherde 50–70 ml distile su içinde ve 23°C derecede bekletilmiştir. Örnekler dakikada 100 devir hızında çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Beherlerdeki karışımın elektrikselsel iletkenlik değerleri 1. (C1) ve 60. (C6) dakikalarda EC metre ile ölçülmüştür. Daha sonra örnekler 121°C’de 25 dakika otoklavda

bekletilmiştir. Otoklavdan çıkan örnekler oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuş ve beherlerdeki solüsyonun elektriksel iletkenlik değeri (CT) ölçülmüştür. Membran geçirgenliği değerleri ϵ aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$E = (C_{60} - C_1)/CT \times 100$$

3.2.8. Toplam Klorofil Miktarının Tespiti

Toplam klorofil miktarı, 4 g bitki örneği alınarak %90'lık 35 ml aseton çözeltisi içerisinde ezilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler whatman No.2 filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzöntü %90'lık aseton çözeltisi ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Spektrofotometre tüplerine konan süzöntü 645, 652 ve 663 nanometre dalga boylarında okunarak klorofil a, b ve toplam klorofil miktarları belirlenmiştir (Holden 1976).

3.2.9. Yaprakta Karbon, Azot ve Kükört Miktarının Tespiti

Yapraklarda karbon-azot ve karbon-kükört analizleri Kirtsten, (1983)'e göre Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.10. Glikosinolat Miktarının Tespiti

Brokoli meyvelerindeki toplam glikosinolat miktarlarının belirlenmesi için hasat sonrasında sıvı azot içerisinde dondurulan örnekler, liofilizatörde kurutulduktan sonra Almanya'ya gönderilmiştir. Glikosinolat analizleri, Göttingen Üniversitesi Agronomi ve Bitki Islahı Enstitüsünde belirlenmiştir.

Örnekler Krumbein ve ark., (2005)'e göre hazırlanmıştır. Dondurularak kurutulmuş 0,25 g örnek 10 ml'lik cam tüpler içerisinde 75 °C sıcaklıktaki su banyosunda 5 dakika süreyle tutulmuştur. 75 °C'ye kadar ısıtılmış 4 ml metanol, su banyosu içerisindeki tüplere 10 dakika içerisinde yavaş yavaş eklenmiştir. Ekstraksiyondan önce 5 mmol L⁻¹ 100 µL sinigrin (Sigma-Aldrich Co., St. Louis) hazırlanmıştır. Daha sonra 0,4 mol L⁻¹ 1 mL baryum asetat eklenerek birkaç saniye içerisinde vortekslenmiştir. Bu işlemden sonra ise örnekler 4000 rpm hızında 10 dakika boyunca oda sıcaklığında santrifüjlenmiş ve 3 mL %70'lik metanol (75 °C) ile tekrar ekstrakt edilmiştir. %70'lik metanol ile 10 mL olarak son hacim elde edilmiştir. 5 mL ekstrakt 1 ml'lik mini kolonlara (JT Baker, Phillipsburg, PA) doldurulmuştur. Örnekler sülfataz enzimi (Sigma-Aldrich Co.) ile 1 gece bekletilmiştir. Desülfatasyon işleminden sonra 2,5 ml ultra saf su ile muamele edilen örnekler HPLC okumalarına kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.11. İçsel Prolin Miktarının Tespiti

İçsel prolin miktarı belirlenirken brokoli yaprakları sıvı azot içinde dondurulmuş ve analize kadar -15 C'de saklanmış örnekler 0.5 g taze ağırlıkta ince kıyılmış örnekler alınmıştır. Örnekler 10 ml %3'lük 5-Sülfosalisilik asit içinde homojenizatörle 2 dakika maksimum parçalama hızında homojenize edilmiştir. Homojenat Whatman No. 2 filtre kâğıdından süzülerek tüplere alınmıştır. Süzütünün 2 ml'si, 2 ml ninhidrin ve 2 ml glisial asit ile kapaklı test tüpü içinde, 100 °C'ye ayarlı su banyosunda 1 saat reaksiyona sokulmuştur. Daha sonra tüpler buz banyosuna alınarak reaksiyon tamamlanmıştır. 4 ml toluen ilave edilerek reaksiyon karışımı, bir tüp karıştırıcı ile 15–20 saniye karıştırılmıştır. Kromofor içeren fazı ince uçlu bir pipetle dikkatle aspire edilerek spektrofotometre tüplerine alınmıştır. Kromofor içeren toluen, spektrofotometre tüpleri oda sıcaklığına geldiğinde 520 nanometre absorbans okuması yapılmıştır. Kontrol olarak toluen kullanılmıştır (Bates ve ark., 1973).

3.2.12. İndirgen ve Toplam Şeker Miktarının Tespiti

Toplam şeker, bitki örneklerinin şeker miktarı Ross (1959) tarafından tanımlanan dinitrofenol yöntemi ile g/100g olarak indirgen şeker cinsinden saptanmıştır. Her uygulamayı temsil eden örnekten 5g alınıp üzerine 5 ml % 15'lik potasyum ferrosiyanit ve 5 ml % 30'luk çinko sülfat konulup, distile su ile 250 ml'ye tamamlandıktan sonra çözelti Wattman No 2 filtre kâğıdından süzümüştür. Daha sonra test tüplerine 0,5 ml süzüntü örnek, 1,5 ml distile su ve 6 ml dinitrofenol çözeltisi ilave edilerek 6 dk. süre ile 100⁰C sıcak su banyosunda tutulmuştur. Çeşme suyu altında 3 dk süre ile soğutulduktan sonra PG Instruments marka T70+ model spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda absorbans okuması yapılmıştır. Yöntemin şahidi olarak, 6ml dinitrofenol + 2ml distile su çözeltisi kullanılmıştır.

3.2.13. Vitamin C Miktarının Tespiti

Vitamin C miktarı (mg / 100 ml) örneklerdeki askorbik asit içeriği Pearson (1970) tarafından tanımlanan spektrofotometrik diklorofenol indofenol yöntemiyle (mg/100g) saptanmıştır. Bu amaçla 25 g brokoli püresi 175 ml %0,4'lük oksalik asit ile blanderde parçalanıp, süzüntü elde edilmiştir. Seyreltilmiş askorbik asit solüsyonuna karşı örneğe ait süzüntü %0,0012'lik 2–6 diklorofenol indofenol solüsyonu ilave edilerek 520 nm dalga boyunda transmitans değeri okunmuş ve seyreltme faktörü dikkate alınarak örneklerin askorbik asit içeriği saptanmıştır.

3.2.14. Retinol (Vitamin A) ve α -tokoferol (vitamin E) Miktarının Tespiti

Vitamin A ve E miktarlarının tespiti için parçalanmış brokoli örnekleri hekzan ile ekstrakte edilmiştir. 20 g brokkoli püresi, 250 ml hekzan ile sokslet setinde ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Bu işlemler bitiminde meydana gelen hekzan-meyve özütü karışımı evaporatörde uçurulmuştur. Hekzan ve meyve özütü birbirinden ayrıldıktan sonra şırınga filtresi ile süzülerek ekstrakt HPLC analizleri için saflaştırılmıştır.

Testlerde kullanılan sıvılar (Merck GmbH Germany) HPLC Grade olarak temin edilmiştir.

Vitamin A (retinol) ve E'nin (α -tokoferol) tayini HPLC-UV dedektör (Jasco 820-FP), Lutegratör (HP-3394 A), LC-20AD prominans model pompa, SIL-20A prominans autosampler, 100 μ l hacmindeki enjeksiyon ünitesi, ile Hypersil ODS (5 μ m-150x 4.6 mm, RCM 100 RP18 ile doldurulmuş (Supelco. Inc. Supelco Park. Bellefonte, PA16823-0048) ters faz kolon aracılığı ile yapılmıştır. En iyi ayırmanın sağlanması için 72:28 oranında metanol ve hekzan çözeltileri 1ml/dak. akış hızında kullanılmıştır (Burns ve ark., 2003; Rodas ve ark., 2003; Karpinska ve ark. 2006).

Vitamin A (2 ng/100 μ l-150 ng/100 μ l) ve E (1 ng/100 μ l-100 ng/100 μ l) (Fluka HPLC grade)'lerden miktar tayini yapmak için etanol içersinde farklı oranlarda standartlar hazırlanmıştır. Hazırlanan standartlar HPLC'de çalışmak için gerekli miktarlarda porsiyonlanarak derin dondurucuda (-40 °C) muhafaza edilmiştir (Gimeno ve ark., 2000; Hiroshi 2000; Moreno, ve Salvado, 2000).

3.2.15. İstatistiksel Analizler

Deneme konularında elde edilen bitki başına verim, meyve taç çapı ve boyu, meyve taç çevresi, yaprak alanları, yaprak kuru madde oranları, gövde kuru madde oranları, toplam kuru madde oranları, klorofil miktarları ve elektriki iletkenlik değerleri arasındaki farklılıkların düzeyinin tespit edilmesinde varyans analizi, belirlenen bu farklılıkların sınıflandırılmasında ise Duncan testi uygulanmıştır. Toplam glikosinolat miktarları, içsel prolin içerikleri, indirgen ve toplam şeker miktarları, vitamin A, E ve C miktarları arasındaki farklılıkların tespiti için MDS istatistik analiz yöntemi uygulanmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Uygulanan sulama suyu ile ilgili bulgular

4.1.1 Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları içeren denemelerde uygulanan sulama suyu miktarına ilişkin sonuçlar

2008, 2009 ve 2010 yıllarında eksilen suyun tamamının uygulandığı (%100) kontrol saksılarına tatbik edilen sulama suyu miktarları Tablo 13’de verilmiştir. Dönem içi su kısıntısı uygulanan diğer deneme konularına ise Bölüm 3.2.5’de belirtilen oranlarda kısıntılar uygulanmıştır. Araştırmada kontrol olarak belirlenen tam sulama konularına (% 100), 2008 yılında her bir saksıya toplam 51.34 lt, 2009 yılında 60,6 lt ve 2010 yılında ise 68.57 lt sulama suyu uygulanmıştır.

Tablo 13. Araştırma yıllarında saksılara uygulanan sulama suyu miktarları.

2008					
Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)
Konulu Uygulamalara Kadar	7.20*	30.09.08	1.45	05.11.08	2.20
29.08.08	1.59	04.10.08	1.65	09.11.08	2.43
02.09.08	1.71	08.10.08	1.76	13.11.08	1.25
06.09.08	2.10	12.10.08	1.66	17.11.08	1.62
10.09.08	2.20	16.10.08	1.47	21.11.08	1.97
14.09.08	2.53	20.10.08	1.40	25.11.08	1.39
18.09.08	2.15	24.10.08	1.69	29.11.08	1.25
22.09.08	1.92	28.10.08	1.13	03.12.08	2.13
26.09.08	1.77	01.11.08	1.72	TOPLAM	51.34

Tablo 13'ün devamı.

2009					
Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)
Konulu Uygulamalara Kadar	8.60*	27.09.09	2.2	09.11.09	2.0
18.08.2009	2.1	01.10.09	1.7	13.11.09	1.5
22.08.2009	2.2	05.10.09	2.0	17.11.09	0.7
26.08.2009	2.5	09.10.09	2.2	21.11.09	0.7
30.08.2009	2.7	13.10.09	2.0	25.11.09	1.2
03.09.2009	2.0	17.10.09	2.3	29.11.09	0.8
07.09.2009	2.7	21.10.09	2.0	03.12.09	0.7
11.09.2009	2.5	24.10.09	3.1	07.12.09	0.7
15.09.2009	2.5	27.10.09	1.2	TOPLAM	60.60
19.09.2009	2.1	01.11.09	1.0		
23.09.2009	1.5	05.11.09	1.2		
2010					
Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (lt/saksı)
Konulu Uygulamalara Kadar	10.50*	24.09.10	2.69	04.11.10	1.95
19.08.10	2.47	28.09.10	2.42	08.11.10	2.15
23.08.10	1.98	02.10.10	2.24	12.11.10	1.97
27.08.10	2.63	06.10.10	2.10	16.11.10	1.70
31.08.10	2.45	10.10.10	2.10	20.11.10	1.68
04.09.10	2.05	14.10.10	1.89	24.11.10	1.85
08.09.10	2.55	18.10.10	2.20	28.11.10	2.27
12.09.10	2.17	22.10.10	1.75	02.12.10	1.85
16.09.10	1.95	26.10.10	2.20	TOPLAM	68.57
20.09.10	2.38	30.10.10	2.43		

* Konulu sulama uygulamalarına başlayana kadar her bir saksıya eşit olarak uygulanan sulama suyu miktarı

2008 yılında tam sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarından % 20 kısıntı yapılarak tüm gelişme dönemleri boyunca sulama suyu miktarının % 80'i uygulanan konuya toplam 41.07 lt, %60'ı uygulanan konuya 30.80 lt, %40 konusuna 25.54 lt, sulama suyu miktarının % 80'i kesilerek kuvvetli stres yaşatılan %20'lik konuya ise tüm vejetasyon süresi boyunca toplam 10,27 lt sulama suyu uygulanmıştır.

Araştırmanın ikinci (2009) ve üçüncü yıllarında (2010) tüm gelişme dönemi boyunca sabit olarak sulama suyunun % 80, % 60, % 40 ve % 20'lik kısmının uygulandığı konulara sırası ile 48.48 lt, 36.36 lt, 24.24 lt ve 12.12 lt (2009) ve 54.86 lt, 41.14 lt, 27.43 lt ve 13.71 lt (2010) sulama suyu uygulanmıştır.

Araştırmanın sürdürüldüğü üç yılda deneme konularına verilen sulama suyu miktarları arasında farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların yetiştirme mevsimleri arasındaki iklimsel değişikliklerden meydana geldiği açıkça görülmektedir (Tablo 2, 3 ve 4).

4.1.2. Dönemsel su kısıntıları uygulanan denemelerde uygulanan sulama suyu miktarına ilişkin sonuçlar

Araştırmanın diğer aşaması olan dönemsel su kısıntıları uygulamaları için brokkoli bitkisinin değişik gelişme dönemlerinde farklı miktarlarda sulama suyu kısıntısı uygulanmıştır. Brokoli bitkisi 3 farklı dönemde değerlendirilmiştir. Bu dönemler erken vejetatif dönem, geç vejetatif dönem ve çiçeklenme dönemi olarak belirlenmiştir. Her ayrı dönemde tam sulama uygulaması yapılan konunun yanı sıra %80, %60, %40 ve %20 sulama suyu konulara uygulanmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2008, 2009 ve 2010 yıllarında dönemsel su kısıntısı konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları Tablo 14'de gösterilmiştir.

Tablo 14. Araştırma yıllarında dönemsel su kısıntısı uygulanan konulara verilen sulama suyu miktarları (lt)

2008					
Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)	Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)	Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)
%100	44,14 + 7,20*	%100	44,14 + 7,20*	%100	44,14 + 7,20*
E.V. %80	41,68 + 7,20	G.V. %80	41,16 + 7,20	ÇİÇ. %80	40,95 + 7,20
E.V. %60	39,50 + 7,20	G.V. %60	38,21 + 7,20	ÇİÇ. %60	37,75 + 7,20
E.V. %40	36,77 + 7,20	G.V. %40	35,26 + 7,20	ÇİÇ %40	34,57 + 7,20
E.V. %20	34,28 + 7,20	G.V. %20	32,31 + 7,20	ÇİÇ %20	31,36 + 7,20
2009					
Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)	Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)	Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)
%100	52,00 + 8,60*	%100	52,00 + 8,60	%100	52,00 + 8,60
E.V. %80	48,16 + 8,60	G.V. %80	48,40 + 8,60	ÇİÇ. %80	49,04 + 8,60
E.V. %60	44,32 + 8,60	G.V. %60	44,80 + 8,60	ÇİÇ. %60	46,08 + 8,60
E.V. %40	40,48 + 8,60	G.V. %40	41,20 + 8,60	ÇİÇ %40	43,12 + 8,60
E.V. %20	36,64 + 8,60	G.V. %20	37,60 + 8,60	ÇİÇ %20	40,16 + 8,60
2010					
Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)	Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)	Gelişme dönemi X Sulama suyu	Sulama suyu miktarı (lt)
%100	58,07 +10,50	%100	58,07 +10,50	%100	58,07 +10,50
E.V. %80	54,81 +10,50	G.V. %80	53,73 +10,50	ÇİÇ. %80	54,06 +10,50
E.V. %60	51,55 +10,50	G.V. %60	49,38 +10,50	ÇİÇ. %60	50,05 +10,50
E.V. %40	48,29 +10,50	G.V. %40	45,04 +10,50	ÇİÇ %40	46,04 +10,50
E.V. %20	45,03 +10,50	G.V. %20	40,69 +10,50	ÇİÇ %20	42,03 +10,50

* Konulu sulama uygulamalarına başlayana kadar her bir saksıya eşit olarak uygulanan sulama suyu miktarı

2008 yılında %100 sulama suyu uygulanan deneme konusuna toplam 51,34 lt sulama suyu uygulanırken, farklı oranlarda su kısıntısı uygulanan diğer konulara ise 48,88 ile 38,56 lt arasında değişen sulama suyu verilmiştir.

Benzer sonuçlar araştırmanın takip eden yıllarında da söz konusu olmuştur. Şöyle ki 2009 yılında %100 tam sulama konusuna saksı başına toplam 60,60 lt, diğerlerine 57,64 lt-45,24 lt; çalışmanın son yılında ise tam konuda 68,57 lt sulama suyu uygulanırken kısıntı içeren konulara 54,8-40,69 lt sınırları içinde değişen sulama suyu miktarları tatbik edilmiştir.

3 yıllık deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarlarının konular arasındaki değişimlerine bakılacak olursa, en fazla sulama suyu 2010 yılında uygulanmıştır. 2010 yılında en fazla sulama suyu uygulanmasının nedeni olarak, yıllar arasındaki meydana gelen toplam sıcaklık ve buharlaşma miktarlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı görülmektedir (Tablo 5 ve 9).

4.2. Verim ve Verim Parametreleri

4.2.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen ana baş ve yan kol ağırlıklarına ilişkin bulgular

Araştırma yılları süresince deneme konularından elde edilen toplam ana baş ve yan kol ağırlıkları ile elde edilen verim değerleri ve bu bulgulara uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 15’de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre her 3 yılda da sulama suyu miktarındaki azalışlar ile verim değerlerindeki azalışlar arasındaki ilişki istatistiki olarak % 95 güvenle önemli bulunmuştur. Bununla birlikte farklı kısıt seviyesi içeren konulardan her biri istatistiki olarak farklı gruplar oluşturmuştur. Bu sonuçlara göre sulama suyu miktarındaki azalışlar brokoli bitkisinde önemli derecede verim kayıplarına neden olmaktadır.

Yıllar bazında yapılan verim değerlendirilmesinde araştırma yılları arasında da istatistiki olarak farklılıkların olduğu görülmüştür. Tüm araştırma süresince elde edilen verimlerin genel bir değerlendirmeye alındığında, en yüksek verimin 2009 yılında, en düşük verim ise 2010 yılında alındığı görülmektedir. Bu bağlamda, örneğin sulama suyunun %80’nin uygulandığı konudan sağlanan verimlerin yıllara göre çok fazla farklılaştığı ve bu farklılaşmanın % 95 güven seviyesinde istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. Şöyle ki, 2009 yılında %80 sulama suyu uygulanan deneme konusundan 549,54 g verim alınmasına karşın, denemenin ilk yılında 473,18 g, son tekrar yılında ise 471,3 g toplam verim elde edilmiştir.

Benzer durum tanık konuya uygulanan suyun %60 ve %40’nin uygulandığı deneme konuları açısından söz konusu olurken, sulama suyunun sadece % 20’nin uygulandığı ve kuvvetli stres koşullarının oluşturulduğu konuda yıllara göre benzer miktarlarda verim

alınmıştır. Bu konuda yıllar arasında istatistiki açıdan önem taşıyan bir farklılık tespit edilmemiştir.

Yıllar arasında meydana gelen verim değişikliklerinin iklim parametrelerinden meydana geldiği açıkça görülmektedir.

Tablo 15. Maraton brokoli çeşidinde farklı sulama düzeylerinde yıllara göre toplam ana baş ve yan kol ağırlıkları

Konu	2008 yılı Bitki Başına Verim (g)	2009 yılı Bitki Başına Verim (g)	2010 yılı Bitki Başına Verim (g)
%100	667,84 ± 3,95 Ab	775,87 ± 4,28 Aa	514,5 ± 11,20 Ac
%80	473,18 ± 11,6 Bb	549,54 ± 7,21 Ba	471,3 ± 10,40 Bb
%60	394,69 ± 7,18 Cb	457,1 ± 16,90 Ca	371,00 ± 8,78 Cb
%40	195,69 ± 5,49 Db	296,9 ± 10,90 Da	193,40 ± 4,63 Db
%20	101,68 ± 12,5 Ea	109,29 ± 3,80 Ea	97,27 ± 3,23 Ea

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

4.2.2. Dönemsel su kısıntısı uygulanan araştırma konularından elde edilen ana baş ve yan kol verim bulguları

Yapılan araştırmalarda farklı dönemlerde değişik su kısıntı oranları uygulanan konulardan elde edilen verim değerleri ve bu değerlerle yapılan istatistik analiz sonuçları Tablo 16'da özetlenmiştir. Tablodan da görüleceği gibi denemenin ilk yılında araştırma konularından alınan ortalama verim değerleri 667,84 g ile 301,20 g, ikinci yılında 775,87 g ile 379,70 g, üçüncü yılında ise 514,50 g ile 283,47 g arasında değişmiştir.

Denemenin yürütüldüğü ilk yıl dönemler arasında %80 sulama suyu uygulanan dönemler karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 16'ya göre her bir gelişme dönemi kontrol konusuyla karşılaştırılarak istatistik analizler yapılmıştır.

Araştırmanın yürütülmeye başlandığı ilk yıl erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarına (%80, %60, %40 ve %20) göre deneme konularından sırasıyla 590,0, 583,89, 573,61 ve 566,90 g/bitki verim elde edilmiştir. Tanık konuya verilen sulama suyu

miktarının %20'sinin uygulandığı erken vejetatif dönemdeki en ağır stres konusu dışında kalan tüm deneme konuları aynı grupta yer almıştır. Fakat %80, %60 ve %40 sulama suyu uygulanan deneme konuların kontrol konusundan farklı istatistik grup oluşturduğu görülmektedir.

Denemelerin ikinci yılında aynı dönemde %80 sulama suyu uygulanan konu ile %100 kontrol saksılarından elde edilen verim değerleri aynı duncan grubunda yer almıştır. Aynı yıl %60 ve %40 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasında benzerlik görülmesine karşın %20 sulama suyu uygulanan deneme konusu diğer bir istatistik grubu oluşturmuştur.

Son deneme yılında ise erken vejetatif dönemde farklı derecelerde stres uygulanan deneme konuları arasında istatistiksel olarak fark bulunamazken; tanık konu ile farklı gruplarda yer almışlardır.

Üç yıllık deneme sonuçlarına göre erken vejetatif dönemlerde uygulanan stres farklılıkları daha sonraki dönemlerde meydana gelen verim kayıplarından düşük olmuştur. 2008 yılında erken vejetatif dönemde verim değerlerinde kontrol konusuna göre %11,66 ile %15,11 oranlarında azalmıştır. 2009 yılı sonuçlarına göre verim kayıpları %6,5 ile %32,33 arasında değişirken; denemelerin tekrar edildiği son yılda %9,44 ile %17,23 arasında gerçekleşmiştir. Araştırmanın ikinci yılı sonuçlarına göre erken vejetatif dönemde %20 sulama suyu uygulaması sonucunda oluşan yüksek verim kaybı; bu dönemin diğer yıllara göre daha uzun sürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Denemelere konu olan ikinci gelişme döneminde (geç vejetatif dönem) uygulanan su kısıntılarına göre ilk yıl elde edilen verim değerleri sırasıyla 528,50, 521,80, 497,47 ve 359,80 g/bitki olarak elde edilmiştir. İstatistiki değerlendirmeler sonucunda ilk yıl geç vejetatif dönemde uygulanan %80, %60 ve %40 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasındaki farklar %95 güven seviyesinde önemsiz bulunmuştur. Aynı dönemde uygulanan %20 sulama suyu uygulaması sonucunda elde edilen verim değeri ise diğer su kısıntısı gruplarında farklı istatistik grubu oluşturmuştur.

Araştırmanın ikinci yılında geç vejetatif dönemde brokkoli bitkilerine yaşatılan farklı derecelerdeki su stresi uygulamaları sonucunda sırasıyla 645,20, 605,00, 597,49 ve 417,76 g/bitki verim elde edilmiştir. Belirlenen verim değerlerinin tanık konudan elde edilen değerle karşılaştırılması sonucunda geç vejetatif dönemde %80 sulama suyu uygulanan deneme konusu ile aralarındaki farkın istatistiki olarak benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı dönemde %60 sulama suyu uygulanan deneme konusu diğer bir istatistik grubu oluştururken; %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları kendi arasında

benzerlik göstermiş fakat diğer su kısıntısı uygulamalarından farklı duncan gruplarında yer almışlardır.

Denemelerin son tekrarının yapıldığı 2010 yılında geç vejetatif dönem su kısıntısı uygulamaları sonucunda sırasıyla 417,17, 407,04, 380,08 ve 302,10 g/bitki verim elde edilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre ilk deneme yılı ile aynı benzer ilişkiler saptanmıştır.

Araştırmanın sürdürüldüğü üç yılın sonunda geç vejetatif dönemde elde edilen verim değerlerine bakıldığında; erken vejetatif döneme göre daha fazla verim kayıplarının meydana geldiği görülmektedir. Bu dönemde brokkoli bitkilerinin uğrayacağı ağır stres şartlarında verim kayıplarının geri telafi edilemez durumlara geldiği görülmektedir. Geç vejetatif dönemde tanık konuya göre ilk yıl %20,86 ile %46,12 arasında verim kayıpları yaşanmıştır. İkinci yıl %16,84 ile %46,15 oranlarında; üçüncü yıl %18,91 ile %41,28 oranlarında verim kayıpları görülmüştür.

Tablo 16. Maraton brokkoli çeşidinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında dönem içi kısıntılı su uygulaması yapılan araştırma konularına ait toplam ana baş ve yan kol verimleri

Konular	2008 yılı Bitki Başına Verim (g)	2009 yılı Bitki Başına Verim (g)	2010 yılı Bitki Başına Verim (g)
%100	667,84 ± 3,95 AaII	775,87 ± 4,28 AaI	514,5 ± 11,2 AaIII
E.V. %80	590,0 ± 14,9 AbII	726,03 ± 8,60 AaI	465,93 ± 4,99 AbIII
E.V. %60	583,89 ± 2,91 AbII	677,20 ± 11,6 AbI	450,90 ± 10,7 AbIII
E.V. %40	573,61 ± 8,22 AbII	657,20 ± 10,8 AbI	441,10 ± 11,1 AbIII
E.V. %20	566,90 ± 13,3 AcII	525,00 ± 22,7 AcI	425,85 ± 9,63 AbIII
G.V. %80	528,50 ± 17,7 BbII	645,20 ± 13,9 BbI	417,17 ± 6,65 BbIII
G.V. %60	521,80 ± 19,9 BbII	605,00 ± 11,4 BbcI	407,04 ± 4,47 BbIII
G.V. %40	497,47 ± 4,75 BbII	597,49 ± 3,73 BcI	380,08 ± 6,65 BbIII
G.V. %20	359,80 ± 14,5 BcII	417,76 ± 6,34 BdI	302,10 ± 10,4 BcIII
Çiç. %80	453,10 ± 16,4 CbII	686,53 ± 9,15 BbI	400,73 ± 5,80 BbIII
Çiç. %60	445,90 ± 14,6 CbII	658,66 ± 8,66 BcI	358,62 ± 4,69 CcIII
Çiç. %40	359,37 ± 6,79 CcII	517,60 ± 12,5 CdI	309,60 ± 4,89 CdIII
Çiç. %20	301,20 ± 17,0 CdII	379,70 ± 12,0 CeI	283,47 ± 3,19 CdIII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıntıda farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıntıda farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıntı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Araştırma konuları içerisinde yer alan çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamaları sonucunda 2008 yılında deneme konularından 453,10, 445,90, 359,37 ve 301,20 g/bitki verim elde edilmiştir. Tanık konu ile çiçeklenme döneminde elde edilen verim değerleri arasında yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre tüm su kısıntısı uygulamaları farklı bulunmuştur. Çiçeklenme dönemi içerisinde tanık konuya uygulanan sulama suyunun %80 ve %60'ının verildiği deneme konuları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Aynı şekilde %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasındaki fark da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konuları ile diğer su kısıntısı konuları farklı duncan gruplarında yer almışlardır.

Denemelerin tekrar edildiği ikinci yılda çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamaları ile sırasıyla 686,53, 658,66, 517,60 ve 379,70 g/bitki verim elde edilmiştir. İstatistik analizler sonucunda ilk yıldan farklı olarak her bir su kısıntısı uygulaması farklı duncan grupları oluşturmuştur.

Araştırmanın son yılında ise çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamaları sonucunda sırasıyla 400,73, 358,62, 309,60 ve 283,47 g/bitki verim elde edilmiştir. Çiçeklenme döneminde uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyu uygulamaları sonunda belirlenen bitki başına verim değerleri tanık konu ile karşılaştırılarak istatistik analiz yapılmıştır. Değerlendirmeler sonunda çiçeklenme döneminde brokoli bitkisine uygulanacak az miktarlardaki su kısıntısının tanık konudan elde edilen verime göre istatistiksel olarak farklı olacağı görülmektedir. Çiçeklenme döneminde tanık konuya uygulanan sulama suyunun %80'i ve %60'ı farklı istatistik gruplar oluşturmuştur. Aynı dönemde uygulanan %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları arasındaki fark önemsiz olmasına karşın diğer su kısıntısı uygulamaları ile farklı duncan gruplarında yer almışlardır.

Denemelerin yürütüldüğü üç yıllık çiçeklenme dönemi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; brokoli bitkisinin çiçeklenme döneminde çok hassas olduğu ve maruz kalacağı su kısıntılarına karşı ciddi verim kayıplarının yaşanacağı görülmektedir. Araştırmanın başladığı ilk yıl çiçeklenme döneminde, %32,15 ile %54,90; ikinci yıl %15,51 ile %51,06; üçüncü yıl ise %22,11 ile %44,90 oranlarında ciddi verim kayıpları yaşanmıştır.

Araştırma sonuçlarının yıllara göre farklılığının tespit edilmesi amacıyla yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre farklar önemli bulunmuştur (Tablo 16). Denemenin ikinci yılı ilk grupta yer alırken; ilk yıl diğer bir duncan grubunu oluşturmuş, üçüncü deneme yılı ise istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almıştır.

Denemelerin yürütüldüğü alanda saksıların yağmur suyundan etkilenmemesi için sadece üzerleri kapatılarak yürütüldüğünden yıllar arasındaki farklılıkların tamamen iklimsel değişimlerden meydana geldiği söylenebilir. Materyal ve metod bölümünde verilen Tablo 5, 6, 7, 8 ve 9 incelendiğinde iklimsel farklılıkların belirgin olduğu görülmektedir.

4.3. Araştırma konularına uygulanan farklı sulama programlarının brokoli meyvelerinin taç çapı (X ve Y) değerlerine etkileri

4.3.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntısı uygulanan çalışmadan elde edilen bulgular

Saksı denemelerinin yürütüldüğü 2008, 2009 ve 2010 yıllarında vejetasyon dönemi süresince sabit kısıntı seviyelerinin uygulandığı araştırma konularından elde edilen brokolinin ortalama taç çapı değerleri ile bu değerler esas alınarak yapılan istatistiksel analiz sonuçları Tablo 17’de gösterilmiştir. Araştırmanın ilk yılında uygulanan sulama programları konulardan elde edilen taç çapı (X) değerleri üzerinde etkili olmuş ve konular arasındaki farklılaşmalar 0.05 hata seviyesinde önemli bulunmuştur. İstatistik analiz sonuçları esas alınarak yapılan sıralamada, eksik suyun tamamının uygulandığı %100 kontrol konusu 138,74 mm ile 1. grupta, birbirine yakın sonuçlar veren %80 ve %60 sulama suyu uygulamalı konular 2. grupta, en fazla su kısıntısı yapılarak sulama suyunun, %40 ve %20’lik kısmı uygulandığı konular ise 3. (son) grupta yer almışlardır.

Araştırmanın ikinci (2009) yılında benzer sonuçlar ve sıralamalar söz konusu olmakla birlikte, tanık konuya uygulanan su miktarının sadece % 20’si uygulanan ve kuvvetli stres koşulları yaşatılan konu, % 40 su uygulaması yapılan konudan ayrılmış ve tek başına 4. grubu oluşturmuştur.

2010 yılında yapılan araştırmalarda diğer yıllara göre daha küçük brokoli meyveleri elde edilmiştir. Bu değerlere göre %100 sulama suyu uygulanan kontrol konusu ilk grubu oluşturmuştur. Bunu sırasıyla %80 ve %60 konuları takip etmiştir. Son grupta ise 2008 yılında olduğu gibi %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları aynı grubu oluşturmuştur.

Tablo 17. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (X) değerleri üzerine etkileri

Konu	Taç Çapı (X) (mm) 2008	Taç Çapı (X) (mm) 2009	Taç Çapı (X) (mm) 2010
%100	138,74 ± 7,53 Aa	138,66 ± 2,16 Aa	111,19 ± 2,24 Ab
%80	125,53 ± 4,74 Ba	125,16 ± 0,91 Ba	103,06 ± 3,84 Bb
%60	122,32 ± 7,05 Ba	122,28 ± 0,74 Ba	98,81 ± 1,53 Cb
%40	88,78 ± 10,6 Ca	88,66 ± 3,36 Ca	69,63 ± 4,68 Db
%20	66,49 ± 6,24 Ca	66,40 ± 5,57 Da	41,76 ± 1,43 Db

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Yıllar arasında meydana gelen değişimler kendi aralarında değerlendirildiğinde istatistiki olarak farklılık önemli bulunmuştur. 2008 ve 2009 yılları arasındaki farklılık önemsiz bulunurken 2010 yılı diğer grupta yer almıştır.

Deneme konularından elde edilen taç çapı (Y) değerleri Tablo 18’de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre 2008 ve 2009 yılları birbirleriyle benzerlik gösterirken, 2010 yılında elde edilen değerler farklılık göstermiştir. Her 3 yılda da %100 sulama suyu uygulanan deneme konuları ilk grubu oluşturmuştur.

2008 ve 2009 yıllarında %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasında benzerlik dikkati çekmektedir. Diğer taraftan, her iki yılda da %100 ve %80 sulama konuları arasında istatistiki olarak benzerlik tespit edilmiştir. Benzer şekilde belirtilen iki araştırma yılında %80 ve %60 sulama suyu uygulanan konular arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bunun yanında, tüm çalışma süresini kapsayan yıllarda, kuvvetli stres uygulamasının söz konusu olduğu %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasındaki farklar istatistiki olarak ortaya konamamış ve adı geçen konular aynı grupta yer almışlardır.

Tablo 18. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (Y) değerleri üzerine etkileri

Konu	Taç Çapı (Y) (mm) 2008	Taç Çapı (Y) (mm) 2009	Taç Çapı (Y) (mm) 2010
%100	132,96 ± 6,44 Aa	132,88 ± 4,39 Aa	119,41 ± 3,26 Ab
%80	126,47 ± 5,31 ABa	126,40 ± 5,81 ABa	100,54 ± 2,86 Bb
%60	120,04 ± 9,59 Ba	119,96 ± 3,38 Ba	94,21 ± 1,04 Bb
%40	89,11 ± 7,54 BCa	89,10 ± 1,39 Ca	81,59 ± 1,46 Ca
%20	63,12 ± 6,86 Ca	63,11 ± 3,22 Ca	69,620 ± 0,51 Ca

NOT: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı su kısıtında farklı küçük harflerle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Yürütülen denemeler arasında yıllara göre istatistiksel değerlendirmeler yapıldığında 2010 yılında elde edilen sonuçlardan tanık konu (%100), tanık konuya uygulanan suyun %80 ve %60'nın verildiği konular diğer uygulamalardan istatitiki olarak farklı bulunmuştur.

4.3.2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının brokoli meyvesinin taç çapı (X ve Y) değerlerine etkileri

Araştırma sonuçlarına göre su kısıtları, dönemler ve yıllar birlikte değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilememiştir. Buna karşın, dönem ortalamaları ve yıllar ile su kısıtları ve yıllar arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur. Gelişme dönemleri ile yıllar arasındaki istatistik analiz sonuçları Tablo 19'da, su kısıtları ile yıllar arasındaki ilişki ise Tablo 20'de görülmektedir.

Denemelerin yürütüldüğü ilk yılda taç çapı (X) değerleri arasında sadece çiçeklenme döneminde elde edilen değerler diğer gelişme dönemlerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Tablo 19). Araştırmanın ikinci yılında ise farklı gelişme dönemleri arasında ilk deneme yılı (2008) ile benzer ilişkiler tespit edilmiştir. Çalışmaların son yılında erken vejetatif dönem ile geç vejetatif dönem taç çapı (x) ortalamaları arasında istatistiksel olarak benzerlik tespit edilirken; geç vejetatif dönem ve çiçeklenme dönemi ortalamaları arasındaki farklar da istatistiki olarak aynı duncan grubunda yer almıştır.

Tablo 19. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (X) değerleri

ÇAP X			
GELİŞME DÖNEMLERİ			
YIL	Erken vejetatif	Geç vejetatif	Çiçeklenme
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
2008	129,26 ± 2,59 Aa	126,39 ± 2,92 Ab	111,68 ± 5,57 Bb
2009	129,25 ± 3,57 Aa	126,45 ± 2,02 Aa	114,81 ± 4,08 Ba
2010	101,90 ± 2,23 Ab	101,53 ± 1,57 ABc	96,64 ± 2,98 Bc

NOT 1: Aynı dönemde farklı küçük harflerle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT 2: Aynı yılda farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca ölçülen taç çapı (Y) değerleri Tablo 21’de yer almaktadır. Tabloda bulunan taç çapı (Y) değerlerine bakıldığında en yüksek ortalama çap değerlerinin %100 sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edildiği görülmektedir. Bulguların yıllar esas alınarak yapılan değerlendirmesinden, en yüksek taç çapı değerlerinin (132,95 mm) 2008 yılında ve eksik suyun tamamının uygulandığı tanık konudan, en düşük taç çapı (Y) değerinin ise (73,55 mm) 2010 yılında, çiçeklenme döneminde %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan sağlandığı belirlenmiştir.

Tablo 20. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (X) değerleri

ÇAP X					
SU KISITI					
YIL	%100	%80	%60	%40	%20
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
2008	138,73 ± 4,02 Aa	131,09 ± 2,18 Ab	128,01 ± 3,51 Ab	107,95 ± 4,74 Bb	106,44 ± 6,14 Bb
2009	145,87 ± 3,42 Aa	138,66 ± 1,15 ABa	137,87 ± 1,74 ABa	130,43 ± 3,75 Ba	114,69 ± 5,37 Ca
2010	111,19 ± 1,20 Aa	105,80 ± 2,19 Ab	103,46 ± 2,79 Ac	91,35 ± 1,40 Bc	88,32 ± 2,31 Bc

NOT1: Aynı su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı yılda farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Denemenin yürütüldüğü ilk yıl %100 (tanık) sulama suyu uygulanan deneme konusu dışında kalan tüm su kısıntısı uygulamaları sonucunda elde edilen taç çapı (y) değerleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. İkinci tekrar yılında ise tüm sulama suyu uygulamaları aynı duncan grubunda yer almıştır. Araştırmanın yürütüldüğü son yılda ise tanık (%100) konu ve %80 sulama suyu uygulanan deneme konuları istatistiksel olarak benzerlik gösterirken; diğer su kısıntısı uygulanan deneme konuları (%60, %40 ve %20) diğer uygulamalardan farklı olarak ayrı bir duncan grubu oluşturmuştur.

Aynı dönemlerde farklı miktarda uygulanan sulama suyu uygulama koşulları altında elde edilen arasındaki taç çapı (Y) ortalama değerleri Tablo 21’de görülmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda ilk deneme yılının erken vejetatif döneminde ve geç vejetatif dönemde uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyunun, taç çapı (Y) değerleri üzerinde istatistiksel olarak fark yaratmadığı belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde yapılan uygulamalardan elde edilen sonuçlar, %80 ve %60 sulama suyu uygulamaları arasında istatistiki olarak benzerlik olduğunu ve aynı grubu oluşturduğunu, %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları ise diğer uygulamalardan farklı olarak diğer grubu oluşturduğunu göstermiştir.

Yapılan istatistiki değerlendirmelerde erken vejetatif dönemde tanık konuya uygulanan sulama suyunun %80’i ve %60’nin uygulanması istatistiki olarak benzer etkiyi gösterdiğini, ancak daha kuvvetli stres koşullarının söz konusu olduğu, toplam suyun %40 ve %20’lik kısmının uygulandığı konularda bu etkinin diğer konulardan farklı olduğu ve ayrı bir grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Geç vejetatif dönemde uygulanan sulama suyu farklılığının taç çapı (Y) değerlerine etkisi kontrol konusu ile benzerlik gösterirken çiçeklenme dönem sonuçlarına göre taç çapı (Y) değerleri erken vejetatif dönemde bulunan istatistik analiz sonuçlarına göre benzerlik göstermektedir.

Denemenin son yılında ölçülen taç çapı (Y) değerlerine göre, deneme konularına uygulanan farklı stres koşullarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Şöyle ki, erken vejetatif dönem uygulamalarında %80 sulama suyu uygulaması %100 (kontrol) sulama suyu uygulamaları ile aynı grupta yer alırken, uygulanan diğer sulama suyu miktarları arasında istatistiki olarak farklılaşma tespit edilememiş ve tüm konular farklı bir grupta yer almıştır. Geç vejetatif dönemde uygulanan

farklı kısıntı seviyelerinden elde edilen sonuçlara göre, toplam sulama suyunun %80'nin uygulandığı deneme konusu %100 (kontrol) sulama suyu konusu ile istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır. Daha kuvvetli stres koşullarının oluşturulduğu diğer konuların (%60, %40 ve %20) tamamı ise farklı bir Duncan grubunu oluşturmaktadır. Brokoli bitkisinin en hassas dönemi olarak bilinen çiçeklenme döneminde uygulanan farklı kısıntı seviyelerinin etkilerini gösteren bulguların irdelenmesinden, toplam sulama suyunun %80 ve %60'nın uygulandığı konular arasında istatistiki geçerliliği olan bir farklılaşmanın bulunmadığı, ancak belirtilen konular ile daha kuvvetli stres koşullarını içeren %40 ve %20'lik sulama suyu uygulamalı konular arasında farklılaşmanın istatistiki açıdan önem taşıdığını ve son iki konunun başka bir Duncan grubunu oluşturduğu saptanmıştır.

Araştırmanın sürdürüldüğü üç yıl süresince elde edilen taç çapı (Y) değerlerine ilişkin bulgular yıllar esas alınarak da değerlendirmeye tabii tutulmuş ve istatistik analizleri sonuçları Tablo 21'de verilmiştir. Tablodaki verilerin değerlendirilmesinde, en düşük ortalama değerler 2010 yılında elde edilmiştir.

Genel olarak 2009 yılında elde edilen taç çapı (Y) değerleri diğer yıllardan daha yüksek olmuştur. Bitki başına verim değerlerindeki artıştan kaynaklanan ana başların büyüklüğünün artması taç çapı (Y) değerlerindeki artışın nedenleri arasında en büyük etmen arasında gösterilebilir.

Araştırmanın ilk yılında ölçülen taç çapı (Y) değerleri 2009 yılına göre daha küçüktür. Son deneme yılında ise en düşük taç çapı (Y) meydana gelmiştir. Denemeler sonucunda elde edilen verim değerleri ile taç çapı değerlerindeki değişimler benzer olmuşlardır. Verim artışı ile birlikte ana baş taç çapı değerleri de artış göstermiştir.

Tablo 21. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (Y) değerleri

Konular	Taç Çapı (Y) (mm)		
	2008	2009	2010
%100	132,95 ± 6,44 AaI	132,88 ± 4,39 AaI	119,41 ± 3,26 AaI
E.V. %80	135,98 ± 4,20 AaI	133,00 ± 1,97 AaI	117,64 ± 3,67 AaII
E.V. %60	134,68 ± 5,20 AaI	128,60 ± 2,32 AaI	110,49 ± 4,59 AbII
E.V. %40	132,92 ± 2,05 AaI	122,10 ± 2,84 AbII	110,52 ± 5,32 AbII

E.V. %20	129,49 ± 3,04 AaI	120,20 ± 8,76 AbII	97,53 ± 0,863 AbII
G.V. %80	136,43 ± 1,91 AaI	139,80 ± 1,62 AaI	110,89 ± 4,30 AaII
G.V. %60	132,87 ± 1,68 AaI	131,50 ± 4,15 AaI	100,69 ± 3,66 AbII
G.V. %40	127,21 ± 1,08 AaI	129,80 ± 2,75 AaI	98,68 ± 1,69 AbII
G.V. %20	117,70 ± 10,3 AaI	126,00 ± 7,16 AaI	96,48 ± 1,07 AbII
Çiç. %80	130,78 ± 6,78 AaI	134,20 ± 4,96 AaI	107,95 ± 2,16 AaII
Çiç. %60	117,40 ± 11,3 BaI	131,30 ± 2,07 AaI	103,65 ± 2,57 AaII
Çiç. %40	80,96 ± 3,90 BbII	125,00 ± 6,98 BbI	80,35 ± 1,64 BbII
Çiç. %20	75,76 ± 5,29 BbII	112,20 ± 11,0 BbI	73,55 ± 1,33 BbII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

4.4. Araştırma yıllarında elde edilen bitki taç boyu ve çevresi değerleri

4.4.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma yıllarında elde edilen bitki taç boyu ve çevresi değerleri

Denemeler sonunda yapılan fiziksel ölçüm sonuçlarından yıllara göre taç boyu değerleri Tablo 22’de, taç çevresi değerleri ise Tablo 23’de görülmektedir.

Tablo 22’de yer alan bulgulara göre taç boyu değerleri açısından 2008 ve 2009 yılları sonuçlarında benzerlik söz konusu iken, 2010 yılında ilk 2 yıla göre istatistik analiz grupları arasında biraz farklılıklar oluşmuştur.

Araştırmanın ilk yılı olan 2008 yılında tam su uygulanan tanık konuya verilen suyun tamamının uygulandığı %100 konusu ile suyun %80’lik kısmının uygulandığı konu arasında istatistiksel açıdan fark bulunamamıştır. Benzer durum orta şiddette stres uygulamasının söz konusu olduğu toplam suyun %60 ve %40 uygulanan konular ile bitkiye kuvvetli stres koşullarının yaşatıldığı ve tanık konuya uygulanan suyun sadece %40 ve %20’nin uygulandığı konular açısından da geçerli olmuş ve sıralanan konular iki farklı Duncan grubu oluşturmuşlardır. Benzer sonuçlar araştırmanın ikinci yılında da elde edilmiş ve 2008 yılı için verilen gruplandırmalar 2009 yılı sonuçları için de geçerli olmuştur.

Çalışmanın son yılında (2010) deneme konularına ait taç boyu değerlerine ilişkin sonuçlar diğer iki yıldan farklı olmuştur. Belirtilen yılda sulama suyunun tamamının uygulandığı %100 konu ile %80 ve %60'lık kısmının uygulandığı konular arasında istatistiksel olarak fark tespit edilemezken; %80, %60 ve %40 sulama suyu uygulanan konular arasında da istatistik açıdan benzerlik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 2010 yılında tanık konuya uygulanan suyun %60, %40 ve %20'si uygulandığı konular arasındaki farklılaşma da istatistiki olarak ortaya konulamamıştır. 2010 yılı sonuçları ile diğer yıllar arasındaki farklılığın en büyük sebebi olarak yıllar arasında meydana gelen toplam sıcaklık farklılığının olduğu kanısındayız. Çünkü 2010 yılında diğer yıllara göre toplam sıcaklıklarda 2009 yılına göre 373,1°C, 2008 yılına göre 229,9°C'lık ciddi sıcaklık farkları meydana gelmiştir (Tablo 5).

Tablo 22. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve bitki taç boyu değerleri

Konu	Taç Boyu (mm)		
	2008	2009	2010
%100	108,94 ± 3,56 Aa	108,90 ± 4,73 Aa	116,62 ± 6,24 Aa
%80	94,64 ± 3,76 Ab	94,60 ± 5,28 ABa	113,36 ± 5,67 ABa
%60	90,56 ± 7,45 Ba	90,60 ± 2,75 Ba	101,22 ± 4,51 ABCa
%40	68,92 ± 6,82 BCa	68,90 ± 3,45 Ca	95,20 ± 2,36 BCb
%20	56,41 ± 4,65 Ca	56,40 ± 2,27 Ca	92,77 ± 1,65 Cb

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıntıda* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Uygulanan su kısıntıları ile elde edilen taç boyu değerleri yıllara göre istatistiki olarak farklılık göstermektedir (Tablo 22). Araştırmada uygulanan tanık (%100) konuları arasında taç boyu değerleri aynı duncan grubunda yer alırken; %80 sulama suyu uygulanan deneme konularından 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen taç boyu değerleri benzerlik göstermiş fakat 2008 yılı sonuçları diğer iki yıldan farklı istatistik grubu oluşturmuştur. Tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %60'ının uygulanması sonucunda elde edilen taç boyu değerleri arasında yıllara göre fark bulunmamıştır. Buna karşın %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasındaki taç boyu değerleri yıllara göre

istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Denemelerin yürütüldüğü ilk (2008) ve ikinci (2009) yıl %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları sonucunda elde edilen taç boyu ortalamaları istatistiksel olarak benzerlik gösterirken; son tekrar yılında (2010) elde edilen taç boyu değerleri farklı duncan grubunda yer almıştır.

Tablo 23’de hasat bitiminde deneme konularından elde edilen taç çevresi değerleri arasındaki istatistiksel analiz grupları verilmiştir. Tabloda yer alan verilerden görüldüğü gibi, denemenin ilk yılında %100 ve %80 sulama suyu uygulanan konular aynı grupta yer alırken, sulama suyunun %60 ve %40’ı uygulanan konular arasında da istatistiksel farklılaşma tespit edilememiş ve bu iki konu da farklı bir grubu oluşturmuştur. Ayrıca, en fazla su kısıntısı uygulanan %40 ve %20’lik sulama konuları arasında da istatistiksel farklılaşma söz konusu olmamış ve sıralanan konular beraber son grupta yer almışlardır.

2009 yılı deneme sonuçlarına göre %100 tam sulama uygulaması ilk grubu oluşturmuştur. %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. %40 sulama konusu farklı bir grupta yer alırken, %20 sulama suyu uygulanan deneme konusu son grubu oluşturmuştur.

Araştırmanın son yılında ise ilk yıla benzer şekilde %100 ve %80 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasında istatistiksel olarak fark tespit edilememiştir. %60, %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları ise sırasıyla farklı gruplarda yer almıştır.

Tablo 23. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çevresi değerleri

Konu	Taç Çevresi (mm)		
	2008	2009	2010
%100	462,88 ± 20,7 Aa	462,80 ± 8,42 Aa	362,60 ± 8,78 Ab
%80	416,88 ± 15,7 Aa	416,80 ± 9,46 Ba	337,8 ± 13,80 Ab
%60	398,28 ± 31,30 Ba	398,20 ± 8,84 Ba	304,0 ± 14,90 Bb
%40	299,88 ± 23,7 BCa	299,80 ± 3,84 Ca	187,50 ± 5,04 Cb
%20	207,08 ± 31,6 Ca	207,0 ± 13,7 Da	122,50 ± 5,62 Db

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı su kısıntısında farklı küçük harflerle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Taç çevresi değerleri yönünden aynı su kısıtlarının uygulandığı farklı yılların istatistik analiz sonuçları değerlendirilmiştir (Tablo 23). Yapılan değerlendirmelerde, 2008 ve 2009 yılları arasında istatistiki olarak farklılaşmanın söz konusu olmadığı ancak araştırmanın son yılı olan 2010 yılı değerlerinin diğer araştırma yıllarına göre istatistiki anlamda farklı olduğu belirlenmiştir.

4.4.2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının brokoli meyvesinde bitki taç boyu ve taç çevresi değerleri

Araştırmada uygulanan farklı dönemlerde ve miktarlarda sulama suyu uygulamaları ile elde edilen ana sürgün taç boyu değerleri Tablo 24’de verilmiştir. En yüksek taç boyu değeri 138,90 mm 2009 yılında tam su uygulanan (%100) deneme konusunda belirlenirken, en düşük taç boyu 60,79 mm 2008 yılında çiçeklenme döneminde en büyük su kısıntısı uygulanarak toplam suyun sadece %20’lik kısmı uygulandığı konudan elde edilmiştir.

Denemelerin birinci yılında (2008) erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarına göre belirlenen taç boyu değerleri değerlendirildiğinde, bu dönemde uygulanan su kısıntılarının taç boyu üzerine istatistiki olarak önemli etkilerinin olmadığı belirlenmiştir. Aynı yıl geç vejetatif dönemde elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında tanık (%100) konusu ile %80, %60 ve %40 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasındaki farklar istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Tanık konuya uygulanan suyun %20’sinin verildiği geç vejetatif dönemde bitkilere yaşatılan en ağır stres konusu ise kontrol (%100) konusundan farklı bir duncan grubu oluşturmuştur. Fakat aynı dönemde farklı miktarlarda uygulanan su kısıntılarının tümü istatistiki olarak benzerlik göstermiştir. Birinci yıl son gelişme dönemi olan çiçeklenme periyodunda uygulanan farklı stres seviyelerinin taç boyu üzerine etkilerinin değerlendirilmesi sonucunda; çiçeklenme döneminde %80 ve %60 sulama suyu uygulamaları ile belirlenen taç boyu değerleri tanık konu (%100) ile aynı istatistik grubu oluşturmuştur. Çiçeklenme döneminde kontrol konusuna verilen suyun %40 ve %20’sinin uygulandığı daha ağır stres koşullarında belirlenen taç boyu değerleri ise istatistiki olarak diğer bir duncan grubunda yer almışlardır.

Araştırmanın ikinci yılı sonunda elde edilen taç boyu değerleri arasında yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; erken vejetatif dönemde uygulanan %80 sulama suyu uygulaması ile tanık (%100) konu arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Buna karşın; %60, %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları aynı dönemde diğer konulardan farklı olarak diğer bir duncan grubunu oluşturmuştur. Stres seviyelerindeki değişime göre geç

vejetatif dönemde taç boyu değerlerinden sadece %20 sulama suyu uygulaması tanık konu ve diğer sulama uygulamalarından farklı bir istatistik grup oluşturmuştur. Aynı zamanda geç vejetatif dönemde %60, %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları ile elde edilen taç boyu değerleri de istatistiki olarak benzerlik göstermektedir. İkinci yıl çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntısı miktarlarına göre sadece %20 sulama suyu uygulaması diğer konulardan farklı duncan grubu oluşturmuştur. Çiçeklenme döneminde uygulanan %80,%60 ve %40 sulama suyu uygulamaları hem tanık (%100) konu ile hem de kendi aralarında istatistiki olarak benzerlik göstermiştir.

Tablo 24. Araştırma yıllarında gelişme dönemlerine göre elde edilen taç boyu değerleri

Konular	Taç Boyu (mm)		
	2008	2009	2010
%100	108,93 ± 3,56 AaI	138,90 ± 4,73 AaI	116,62 ± 6,24 AaI
E.V. %80	108,90 ± 1,96 AaII	136,70 ± 7,53 AaI	117,26 ± 4,45 AaI-II
E.V. %60	95,90 ± 8,13 AaII	119,80 ± 4,92 AbI	112,36 ± 2,03 AaI-II
E.V. %40	92,01 ± 5,10 AaI	105,00 ± 3,95 AbI	110,23 ± 3,46 ABaI
E.V. %20	91,29 ± 4,77 AaII	109,10 ± 6,19 AbII	109,42 ± 3,54 AaI
G.V. %80	105,72 ± 3,52 AabII	142,00 ± 5,33 AaI	130,37 ± 8,73 AaI
G.V. %60	101,73 ± 5,65 AabII	124,30 ± 5,29 AabI	128,11 ± 3,83 AaI
G.V. %40	99,65 ± 9,16 AabII	122,00 ± 8,73 AabI	116,37 ± 4,37 AabI-II
G.V. %20	85,84 ± 6,78 AbII	115,20 ± 9,96 AbI	102,11 ± 3,66 AbI-II
Çiç. %80	101,73 ± 4,55 AaII	134,30 ± 10,3 AabI	117,79 ± 2,80 AaI-II
Çiç. %60	96,31 ± 8,82 AaII	135,60 ± 3,17 AabI	102,16 ± 2,47 BaII
Çiç. %40	67,92 ± 1,65 BbIII	117,50 ± 7,73 AabI	96,24 ± 5,41 BbII
Çiç. %20	60,79 ± 4,16 BbII	98,0 ± 12,1 BcI	96,24 ± 1,92 BbI

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Denemelerin tekrar edildiği son yılda (2010), erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarına göre elde edilen taç boyu değerleri arasında istatistiki olarak fark tespit edilmemiştir. Erken vejetatif uygulamaları ile tanık konu da aynı duncan grubunda yer

almışlardır. Aynı yıl geç vejetatif dönem su kısıntılarına göre en ağır stres konusu (%20), diğer stres seviyelerine göre farklı istatistik grubu oluşturmuştur. Geç vejetatif dönemde uygulanan %80, %60 ve %40 sulama suyu miktarlarına göre belirlenen taç boyu değerleri ise istatistiki olarak hem tanık konu ile hemde kendi aralarında benzerlik göstermektedir. 2010 yılı çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntısı miktarlarına göre taç boyu değerleri arasında istatistiki olarak farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde %80 ve %60 sulama suyu uygulamaları ile elde edilen sonuçlar ile tanık konu arasındaki farkların istatistiki olarak aynı grupta olduğu görülmektedir (Tablo 24). Aynı dönemde daha ağır strese maruz kalan brokolilerde ölçülen taç boyu değerleri kendi aralarında istatistiki olarak benzerlik gösterirken, diğer deneme konuları ile farklı duncan grubunda yer almıştır.

Araştırma sonunda ana baş sürgünlerinden elde edilen brokolilerde yapılan taç çevresi ölçümleri Tablo 25’de görülmektedir. En yüksek taç çevresi değeri 2008 yılı %100 sulama konusunda meydana gelirken, en düşük değer ise 2010 yılı çiçeklenme döneminde tanık konuya uygulanan sulama suyunun sadece %20’sinin uygulandığı deneme konusunda belirlenmiştir.

Denemelerin başladığı ilk yıl (2008), erken vejetatif dönemde farklı miktarlarda uygulanan sulama suyu miktarları kendi aralarında değerlendirildiğinde; taç çevresi değerlerinin istatistiki olarak birbirleriyle benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Aynı yıl geç vejetatif dönem stres uygulamaları sonunda ise erken vejetatif dönem ile benzer şekilde taç çevresi değerleri arasında istatistikselsel olarak fark görülmemektedir. Çiçeklenme döneminde uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyu uygulamaları sonunda tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %80 ve 60’ının uygulandığı deneme konuları arasında istatistiki olarak benzerlik bulunmuştur. Aynı dönemde %40 ve %20 sulama suyu uygulamalarının ise diğer konulardan farklı duncan grupları oluşturmuştur.

Araştırmanın ikinci yılında hasat sonrası taç çevresi ölçümleri sonunda erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntısı uygulamalarına göre %80, %60 ve %40 sulama suyu seviyeleri arasında fark istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Erken vejetatif dönemde tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %20’sinin uygulandığı deneme konusundan elde edilen taç çevresi değeri diğer konulardan farklı duncan grubu oluşturmuştur. Geç vejetatif dönemde uygulanan sulama suyu seviyelerine göre; taç çevresi değerleri arasında istatistiki olarak fark tespit edilmemiştir. Çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamalarında ise araştırmanın ikinci yılında sadece tanık konuya uygulanan suyunun %20’sinin uygulandığı deneme konusu farklı duncan grubu oluşturmuştur.

Denemelerin son tekrar yılında (2010), erken vejetatif dönem su kısıntısı uygulamaları ile belirlenen taç çevresi değerleri arasında yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda araştırma konuları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Benzer sonuçlar geç vejetatif dönem sonuçlarında da belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntısı seviyelerine göre sadece tanık konuya uygulanan suyun %40 ve %20'sinin uygulandığı deneme konuları farklı duncan grupları oluşturmuştur.

Tablo 25. Araştırma yıllarında elde edilen taç çevresi değerleri

Konular	Taç Çevresi (mm)		
	2008	2009	2010
%100	462,80 ± 20,7 AaI	462,80 ± 8,42 AaI	362,60 ± 8,78 AbI
E.V. %80	453,60 ± 7,92 AaI	452,00 ± 4,69 AaI	381,10 ± 28,1 AbII
E.V. %60	433,00 ± 22,3 AaI	444,40 ± 7,88 AaI	366,40 ± 11,1 AbII
E.V. %40	429,40 ± 10,1 AaI	382,00 ± 5,34 AaII	328,50 ± 5,52 AbIII
E.V. %20	426,60 ± 13,5 AaI	371,20 ± 26,2 AbII	325,20 ± 7,86 AbIII
G.V. %80	454,40 ± 12,1 AaII	472,80 ± 16,4 AaI	362,00 ± 19,5 AbIII
G.V. %60	450,40 ± 11,6 AaI	443,50 ± 4,19 AaI	346,20 ± 8,39 AbII
G.V. %40	421,40 ± 5,73 AaI	424,60 ± 11,9 AaI	319,50 ± 11,9 AbII
G.V. %20	381,60 ± 28,6 AaII	411,50 ± 11,3 AaI	301,20 ± 10,9 AbIII
Çiç. %80	428,60 ± 17,3 AaII	457,50 ± 12,7 AaI	308,30 ± 13,1 BbIII
Çiç. %60	402,00 ± 34,5 AaII	444,30 ± 8,56 AaI	293,20 ± 6,62 BbIII
Çiç. %40	282,24 ± 8,54 BbII	415,50 ± 2,49 AaI	219,30 ± 7,81 BcIII
Çiç. %20	241,40 ± 19,4 BbII	359,80 ± 25,6 BbI	181,70 ± 9,29 BcIII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

4.5. Araştırma yıllarında elde edilen yaprak alanı değerleri

4.5.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile elde edilen yaprak alanları ile ilgili bulgular

Araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca, her deneme yılının son hasadından sonra bitkilerin yaprak alanları ölçülmüştür. Yıllara ve su kısıntısı konularına göre ölçülen yaprak alanı değerleri Tablo 26'da verilmiştir.

Genel bir değerlendirme ile tablo 26'dan da görüleceği gibi denemenin yürütüldüğü 3 yıl boyunca, su kısıntısı oranının artışı ile birlikte bir bitkiye ait olan toplam yaprak alanlarında azalmalar olmaktadır. Ayrıca, uygulanan her bir su kısıntı seviyesi istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır

Tablo 26. Araştırma yıllarında belirlenen yaprak alanları (cm²)

Konular	Yaprak Alanı (cm ²)		
	2008	2009	2010
%100	6424,9 ± 7,59 Ab	7075,60 ± 16,80 Aa	6949,50 ± 45,90 Ab
%80	6059,0 ± 8,66 Bb	6750,30 ± 9,60 Ba	6533,90 ± 65,70 Bc
%60	5421,90 ± 3,99 Cb	6113,20 ± 9,22 Ca	3569,20 ± 59,00 Cc
%40	4825,50 ± 3,99 Db	5255,90 ± 28,90 Da	2860,60 ± 68,20 Dc
%20	3429,40 ± 3,67 Eb	3903,80 ± 43,30 Ea	2128,20 ± 39,60 Ec

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P ≤ 0,05).

NOT2: Aynı su kısıntısında farklı küçük harflerle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P ≤ 0,05).

Yaprak alanları değerleri açısından araştırma yıllarının karşılaştırılmasında, deneme yılları arasında istatistiki anlamda farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Genel anlamda en yüksek yaprak alanı değerleri 2009 yılı, en düşük değerler ise 2010 yılı denemelerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte tam su uygulaması yapılan (%100) konusuna ait yaprak alanı değerleri açısından 2008 ve 2010 yılı sonuçları arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Diğer su kısıntısı uygulamalarının tamamı arasında ise 2008 yılı değerleri ikinci grubu oluştururken, 2010 yılı diğer grupta yer almıştır.

4.5.2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının brokoli bitkisinde yaprak alanı değerleri

Denemelerin yürütüldüğü 3 yıl boyunca son hasatla birlikte bitkilerin yaprak alanları ölçülmüştür. Tespit edilen bitkiye ait toplam yaprak alanı değerleri Tablo 27'de verilmiştir. Farklı su uygulama seviyesi içeren konularda yapılan ölçümler sonucunda, en yüksek yaprak alanı değerleri 7075,6 cm² 2009 araştırma yılında %100 sulama suyu uygulanan deneme konusundan elde edilirken, en düşük değerler 3727,1 cm² 2010 yılında çiçeklenme döneminde toplam suyun sadece %20'si uygulanan konuda belirlenmiştir.

Araştırmanın ilk yıl sonuçlarına göre erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntıları sonunda 5050,9 ile 4147,8 cm² arasında değişen yaprak alanı elde edilmiştir. Belirlenen yaprak alanı değerleri arasında yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre tüm deneme konuları tanık konudan farklı duncan grupları oluşturmuştur. Yaprak alanı değerleri geç vejetatif dönem kısıntı uygulamaları sonunda 4662,8 ile 4296,9 cm² arasında değişmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre geç vejetatif dönem uygulamaları tanık konudan farklı gruplar oluşturmuştur. Tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %80, %60 ve %40'ının uygulandığı deneme konuları arasında fark önemsiz bulunurken; %20 sulama suyu uygulanan deneme konusu farklı grupta yer almışlardır. Denemelere başlanan 2008 yılında çiçeklenme döneminde farklı su kısıntıları uygulanan deneme konularında yaprak alanları 5327,0 ile 3998,6 cm² arasında değişmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre her bir su kısıntı uygulaması farklı duncan grubu oluşturmuştur.

Denemelerin tekrar edildiği ikinci yılda (2009) herbir gelişme döneminde elde edilen yaprak alanı değerleri arasında tanık konuya göre istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur (Tablo 27). Erken vejetatif, geç vejetatif ve çiçeklenme dönemlerinin tümünde su kısıntısı miktarlarındaki değişimle birlikte yaprak alanlarını farklı duncan gruplarında yer almıştır.

Tablo 27. Araştırma yıllarında farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarına göre belirlenen yaprak alanları (cm²)

Konular	Yaprak Alanı (cm ²)		
	2008	2008	2008
%100	6424,9 ± 7,59 AaIII	7075,6 ± 16,8 AaI	6949,5 ± 45,9 AaII
E.V. %80	5050,9 ± 22,8 BbII	5530,3 ± 5,49 BbI	4578,7 ± 6,24 BbIII
E.V. %60	4784,8 ± 8,24 BcII	5232,1 ± 4,73 BcI	4337,7 ± 11,4 BcIII
E.V. %40	4337,5 ± 11,3 CdII	4866,2 ± 3,05 BdI	4243,5 ± 8,22 BdIII
E.V. %20	4147,8 ± 14,5 BeII	4500,2 ± 10,1 BeI	4096,9 ± 7,01 BeII
G.V. %80	4662,8 ± 13,4 CbII	5394,8 ± 3,12 CbI	4483,0 ± 7,49 CbcIII
G.V. %60	4622,2 ± 10,1 CbI	4879,7 ± 5,18 CcI	4393,1 ± 2,11 ABcIII
G.V. %40	4608,6 ± 11,0 BbII	4622,2 ± 9,45 CdI	4326,2 ± 4,06 AcdIII
G.V. %20	4296,9 ± 12,0 AcI	4229,1 ± 10,9 BeI	4253,5 ± 9,32 AdII
Çiç. %80	5327,0 ± 18,1 AbII	6167,4 ± 46,5 AbI	4855,2 ± 6,69 AbIII

Çiç. %60	5083,0 ± 19,8 AcII	5733,6 ± 23,1 AcI	4450,1 ± 5,12 AcIII
Çiç. %40	4676,4 ± 14,2 AdII	5313,4 ± 23,1 AdI	3978,5 ± 4,57 CdIII
Çiç. %20	3998,6 ± 19,8 CeII	4080,0 ± 47,2 CeI	3727,1 ± 5,84 CeIII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Araştırmanın son yılında (2010) ise erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntıları ile hasat sonrası elde edilen yaprak alanları değerlerinin her biri farklı istatistik grupları oluşturmuştur. Geç vejetatif dönem su kısıntılarına bakıldığında, uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça yaprak alanı değerlerinde azalma görülmüştür. Yaprak alanı değerleri arasında gerçekleştirilen istatistik analiz sonuçlarına göre geç vejetatif dönem su kısıntısı uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. Bu dönemde %80 ve %60 sulama suyu uygulamaları aynı grupta yer alırken; %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasındaki fark önemsiz bulunmuş ve diğer su kısıntısı uygulamalarından farklı duncan grubunda olduğu belirlenmiştir. Son deneme yılında çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamaları sonucunda belirlenen yaprak alanı değerleri arasındaki farkların da önemli olduğu görülmektedir (Tablo 27). Su kısıntısı miktarlarındaki azalmayla birlikte yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre her bir kısıntı uygulaması farklı duncan grubu oluşturmuştur.

Araştırmadan elde edilen 3 yıllık sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; aynı uygulamaların yıllara göre elde edilen değerleri arasındaki farklar da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tablo 27 incelendiğinde 2009 yılı değerlerinin diğer yıllara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Genel olarak 2008 yılı değerleri ikinci istatistik grubunda yer alırken, 2010 yılı değerleri ise diğer bir istatistik grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

4.6. Uygulanan sulama programlarının ve su stresinin bitkide kuru madde üretimi ve birikimine etkileri

4.6.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile elde edilen yaş ağırlık (g), kuru madde (%) ve kuru ağırlık (g) miktarları

4.6.1.1. Yaprak yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları

Deneme sonunda araştırmanın yürütüldüğü saksılardan alınan yaprak örneklerinin yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları Tablo 28, 29 ve 30’da verilmiştir. Bitkilerin gövde yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları Tablo 31, 32 ve 33’de ve toplam yaş ağırlık, toplam kuru madde oranı ve kuru ağırlıkları ise Tablo 34, 35 ve 36’da verilmiştir.

Yaprak yaş ağırlıkları incelendiğinde, denemenin ilk yılında 494,72 g ile 253,35 g arasında, ikinci yıl 682,85 g ile 318,60 g arasında, araştırmanın son tekrar yılında ise 359,4 g ile 90,72 g arasında değişen ağırlıklar elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarındaki değişimlere göre yaş yaprak ağırlığı değerlerinin de değiştiği açıkça görülmektedir (Tablo 28).

Tablo 28. Araştırma yılları sonunda elde edilen yaprak yaş ağırlıkları (g).

Konu	Yaprak Yaş Ağırlığı (g)		
	2008	2009	2010
%100	494.72	682.85	359.4
%80	447.10	648.02	339.7
%60	400.31	521.38	196.35
%40	356.75	433.49	175.95
%20	253.35	318.60	90.72

Brokoli yaprakları 65°C’de kurutulduktan sonra uygulanan sulama suyu seviyelerindeki değişimler ile birlikte biriktirdikleri kuru madde miktarları da farklılık göstermektedir. Yapraklarda biriken kuru madde miktarları, istatistik analizleri sonucunda görüleceği gibi (Tablo 29); araştırmanın ilk yılında en az sulanan %20 sulama uygulamasından %22.04 olarak elde edilmiştir. Sulama suyu miktarları arttıkça yaprak su içeriği artarak biriken kuru madde miktarları azalmıştır. %100 ve %80 sulama suyu uygulanan deneme konuları arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Denemelerin ikinci yılında yapraklarda biriken kuru madde miktarları ilk yıl gerçekleştirilen deneme konularıyla istatistiki olarak benzerlik göstermiştir. İkinci yılda da ilk yılda gerçekleştiği gibi en yüksek kuru madde oranı %20 sulama suyu uygulanan deneme konusunda belirlenmiştir.

Araştırmaların son yılında ise yapraklarda belirlenen kuru madde miktarları diğer yıllara göre daha düşük gerçekleşmiştir. Fakat son tekrar yılında da diğer yıllarda olduğu gibi sulama suyu miktarı azaldıkça yapraklarda biriken kuru madde oranlarında bir artış belirlenmiştir. Sulama suyu uygulamaları ile biriken kuru madde oranları arasında ters orantılı bir ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 29. Araştırma yılları sonunda elde edilen yaprak kuru madde oranları (%).

Konu	Yaprak Kuru Madde Oranı (%)		
	2008	2009	2010
% 100	14,89 ± 0,01 Da	14,79 ± 0,12 Da	11,42 ± 0,05 Eb
% 80	15,11 ± 0,05 Da	15,01 ± 0,03 Da	12,86 ± 0,24 Db
% 60	17,68 ± 0,06 Ca	17,97 ± 0,06 Ca	13,92 ± 0,03 Cb
% 40	18,80 ± 0,08 Ba	18,62 ± 0,03 Ba	14,88 ± 0,04 Bb
% 20	22,04 ± 0,06 Aa	21,41 ± 0,04 Ab	16,19 ± 0,22 Ac

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Yaprak kuru ağırlığı değerlerine bakıldığında (Tablo 30); denemeler sonucunda en yüksek 100,99 g ile 2009 yılı %100 sulama suyu uygulanan deneme konusundan; en düşük 31,78 g ile 2010 yılı %20 sulama suyu uygulamasından, kuru ağırlık (biomass) değerleri elde edilmiştir. Sulama suyu uygulamalarındaki azalışla birlikte brokoli bitkilerinden elde edilen kuru ağırlık değerlerinde azalmalar görülmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre; sulama suyu miktarlarındaki azalmayla birlikte brokoli yapraklarında biriken kuru madde oranlarında artış meydana gelmesine rağmen, toplam elde edilen yaş ağırlıklara göre kazanılan kuru madde (biomass) miktarları azalmaktadır.

Araştırmaların ilk yılında sulama suyu seviyelerindeki azalışa göre sırasıyla, % 99,03, %95,58, %89,34 ve %72,39'luk kuru madde kaybı meydana gelmiştir. İkinci deneme yılında bu azalışlar sırasıyla %96,89, %92,77, %79,93 ve %67,51 olarak

belirlenmiştir. Denemelerin son yılında ise yine bu değerler %83,92, %59,13, %56,64 ve %31,78 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek biomass üretimleri kullanılan suyu tamamının karşılandığı %100 sulama suyu uygulanan konulardan elde edilmiştir. Pimratch ve ark., (2007), genellikle tarla kapasitesinde en yüksek biomass üretiminin gerçekleştiğini, kullanılabilir su kapasitesinin 2/3'ünde bu üretimin azaldığını ve 1/3'ünde ise daha da azaldığını belirtmişlerdir.

Tablo 30. Araştırma yılları sonunda elde edilen yaprak kuru ağırlıkları (g).

Konu	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)					
	2008		2009		2010	
	g/bitki	%	g/bitki	%	g/bitki	%
%100	72,12	100,00	100,99	100,00	46,22	100,00
%80	71,42	99,03	97,85	96,89	38,79	83,92
%60	68,93	95,58	93,69	92,77	27,33	59,13
%40	64,43	89,34	80,72	79,93	26,18	56,64
%20	52,21	72,39	68,18	67,51	14,69	31,78

4.6.1.2. Gövde yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları

Denemeler sonunda bitki gövdelerinden alınan örneklerin yaş ağırlık, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Gövde kuru madde miktarları ve sulama suyu miktarları arasında ters orantılı bir ilişki tespit edilmiştir. Yaprak kuru madde miktarları gibi gövde kuru madde miktarlarında da sulama suyu miktarları azaldıkça kuru madde miktarlarında artış tespit edilmiştir.

Gövde yaş ağırlıklarına bakıldığında en yüksek ağırlık 675,36 g ile 2009 yılında %100 sulama suyu uygulanan deneme konusundan; en düşük gövde yaş ağırlığı ise 142,71 g ile 2010 yılında %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan elde edilmiştir (Tablo 31).

Tablo 31. Araştırma yılları sonunda elde edilen gövde yaş ağırlıkları (g).

Konu	Gövde Yaş Ağırlığı (g)		
	2008	2009	2010
%100	575,46	675,36	385,95
%80	516,88	612,28	315,35
%60	391,63	490,67	262,20
%40	345,65	438,85	222,10
%20	286,22	354,62	142,71

Hasat sonrası brokoli yaprakları ayrıldıktan sonra bitki gövdeleri etüvde kurumaya bırakılmıştır. Bitkilerin gövdelerindeki su tamamen uzaklaştırıldıktan sonra biriken kuru madde oranları belirlenmiştir (Tablo 32). Brokoli gövdelerinden elde edilen kuru madde oranları ile yapılan istatistik analizler sonucunda sulama suyu uygulamalarına göre %5 önemlilik düzeyinde farklar tespit edilmiştir. Tablo 32’den görüleceği gibi denemelerin yürütüldüğü üç yılda da sulama suyu uygulamalarının herbiri ayrı istatistik gruplarında yer almışlardır.

Tablo 32. Araştırma yılları sonunda elde edilen gövde kuru madde oranları (%).

Konu	Gövde Kuru madde (%)		
	2008	2009	2010
%100	14,21 ± 0,06 Ea	15,75 ± 0,06 Eb	10,18 ± 0,01 Ec
%80	17,74 ± 0,06 Da	16,98 ± 0,16 Db	11,52 ± 0,11 Dc
%60	17,33 ± 0,06 Ca	17,62 ± 0,08 Ca	12,38 ± 0,11 Cb
%40	19,06 ± 0,08 Ba	18,17 ± 0,10 Bb	13,91 ± 0,08 Bc
%20	22,84 ± 0,06 Aa	21,63 ± 0,06 Ab	14,69 ± 0,12 Ac

NOT: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Uygulanan sulama suyu seviyelerindeki farklılıklara göre gövde yaş ağırlıkları ve gövde kuru madde oranları birlikte değerlendirilerek gövde kuru ağırlıkları (biomass) belirlenmiştir (Tablo 33). Araştırmanın ilk yılında sulama suyu azaldıkça sırasıyla %96,84,

%76,14, %69,33 ve %68,33'liü biomass kayıpları gerçekleşmiştir. İkinci yıl brokoli gövdelerinde meydana gelen biomass kayıpları uygulanan sulama suyu seviyelerindeki azalışa göre sırasıyla %97,74, %81,28, %74,96 ve %72,11 olarak belirlenmiştir. Son deneme yılında ise kayıplar sırasıyla %92,47, %82,62, %78,62 ve %53,35 olarak meydana gelmiştir. Brokoli gövdelerinde belirlenen en yüksek kayıp %53,35 ile 2010 yılında %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan elde edilmiştir. Sulama suyu uygulamalarındaki artış ile biomass üretimindeki artışlar, Çakır ve Çebi, (2010 ve 2006) tarafından da belirtilmektedir.

Tablo 33. Araştırma yılları sonunda elde edilen gövde kuru ağırlıkları (g).

Konu	Gövde Kuru Ağırlığı (g)					
	2008		2009		2010	
	g/bitki	%	g/bitki	%	g/bitki	%
%100	90,61	100,00	106,37	100,00	39,29	100,00
%80	87,75	96,84	103,97	97,74	36,33	92,47
%60	68,99	76,14	86,46	81,28	32,46	82,62
%40	62,82	69,33	79,74	74,96	30,89	78,62
%20	61,91	68,33	76,70	72,11	20,96	53,35

Araştırmanın yürütüldüğü her üç yılda da elde edilen sonuçlarda gerçekleştirilen istatistik analiz sonuçlarına göre her bir sulama uygulaması ayrı gruplarda yer almıştır. En yüksek gövde kuru madde miktarları ise 2009 yılında gerçekleşmiştir.

Gövde kuru madde miktarlarındaki değişimlerin yıllar arasındaki ilişkileri istatistiki olarak değerlendirildiğinde 2008 yılında diğer yıllara göre farklar tespit edilmiştir. 2009 yılında %60 sulama suyu uygulaması hariç diğer sulama uygulamaları 2008 yılından farklı grupta yer almıştır. 2010 yılında da 2009 yılı gibi sadece %60 sulama suyu uygulaması dışında kalan tüm konular son istatistik grubunu oluşturmuştur.

Bitkilerin yaprak ve gövde kuru maddeleri birlikte değerlendirilerek belirlenen kuru madde miktarları belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre yaprak ve gövde kuru madde miktarlarında olduğu gibi toplam kuru madde miktarları da sulama suyu miktarı azaldıkça artış göstermiştir. 2008 ve 2009 yıllarında her bir su kısıntısı uygulaması istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. 2010 yılında ise %100 ve %80 sulama suyu uygulanan deneme

konuları son grupta birlikte yer alırken, diğer su kısıntısı uygulamalarının her biri farklı gruplarda yer almıştır.

4.6.1.3. Toplam yaş ağırlık, kuru madde oranları ve kuru ağırlıklar

Araştırmalarda son brokoli hasat edildikten sonra alınan bitki örneklerinde, yaprak ve gövde ağırlıkları birlikte değerlendirilerek, toprak üzerinde kalan kısımlar tartılarak her bir deneme konusunun yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Deneme konularından elde edilen toplam yaş ağırlık değerleri Tablo 34’de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda brokkoli bitkilerindeki en yüksek yeşil aksamın 2009 yılında %100 sulama suyu uygulanan (kontrol) deneme konusundan 1358,21 g olarak elde edildiği görülmektedir (Tablo 34). En düşük değer ise 233,43 g ile 2010 yılında tarla kapasitesi değerinin %20’sinin uygulandığı deneme konusundan elde edilmiştir.

Tablo 34. Araştırma yılları sonunda elde edilen toplam yaş ağırlıkları (g).

Konu	Toplam Yaş Ağırlığı (g)		
	2008	2009	2010
% 100	1070,18	1358,21	745,35
% 80	963,98	1260,30	655,05
% 60	791,94	1012,05	458,55
% 40	702,40	872,34	398,05
% 20	539,57	673,22	233,43

Araştırmalar sonunda en son brokoli floretleri hasat edildikten sonra bitkiler kök bölgesi üzerinden sökülerek kalan yeşil aksam tartılmıştır. Yaprak ve gövde birbirinden ayrılarak yaş ağırlıkları alınmış ve etüvde kurutulmaya bırakılmıştır. Daha sonra elde edilen kuru yaprak ve gövde kuru ağırlık değerleri birlikte değerlendirilerek bitkilerin toplam kuru madde oranları belirlenmiştir (Tablo 35). Toplam kuru madde oranları da yaprak ve gövdelerde olduğu gibi sulama suyu miktarındaki azalmayla birlikte artış göstermiştir. En yüksek toplam kuru madde oranı %21,15 ile 2008 yılı %20 sulama suyu uygulamasında görülürken; en düşük oran ise 2010 yılında %100 sulama suyu uygulanan deneme konusunda belirlenmiştir. Yapılan istatistik analizler sonucunda toplam kuru madde oranlarındaki değişimler arasında %5 önem seviyesinde farklar tespit edilmiştir.

Tablo 35’den görüleceği gibi 2008 ve 2009 yılı sonuçları arasında istatistiki olarak benzerlikler görülmektedir. Sulama suyu miktarlarındaki azalışla birlikte her iki yılda da yapılan uygulamalar farklı Duncan grupları oluşturmuştur. Aynı tablodan görüleceği üzere, 2010 yılı sonuçları değerlendirildiğinde %100 ve %80 sulama suyu uygulanan deneme konuları aynı grupta yer alırken diğer sulama suyu kısıntılarının herbiri farklı gruplarda yer almışlardır.

Tablo 35. Araştırma yılları sonunda elde edilen toplam kuru madde oranları (%).

Konu	Toplam Kuru madde (%)		
	2008	2009	2010
%100	15,20 ± 0,05 Ea	14,52 ± 0,05 Eb	11,76 ± 0,14 Dc
%80	16,51 ± 0,03 Da	15,68 ± 0,08 Db	11,45 ± 0,08 Dc
%60	17,42 ± 0,02 Ca	16,36 ± 0,08 Cb	13,37 ± 0,05 Cc
%40	18,12 ± 0,05 Ba	17,69 ± 0,04 Bb	14,48 ± 0,06 Bc
%20	21,15 ± 0,04 Aa	19,85 ± 0,06 Ab	15,72 ± 0,13 Ac

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıntıda* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Farklı miktarlarda uygulanan sulama suyu miktarlarına göre deneme konularında gerçekleşen biomass miktarları (g/bitki) ve biomass oranları (%) Tablo 36’da verilmiştir. Yapılan sulama suyu kısıntılarına göre 2008 yılında meydana gelen biomass kayıpları sırasıyla %97,84, %84,81, %78,24 ve %70,15 olarak tespit edilmiştir. Denemelerin ikinci yılında bu kayıplar %99,99, %83,96, %78,25 ve %67,76 olarak gerçekleşmiştir. Son deneme yılında ise %85,57, %69,95, %65,76 ve %41,87 oranlarında biomass kayıpları belirlenmiştir.

Tablo 36. Araştırma yılları sonunda elde edilen toplam kuru ağırlıkları (g).

Konu	Toplam Kuru Ağırlık (g)					
	2008		2009		2010	
	g/bitki	%	g/bitki	%	g/bitki	%
%100	162,67	100,00	197,21	100,00	87,65	100,00
%80	159,15	97,84	197,20	99,99	75,00	85,57
%60	137,96	84,81	165,57	83,96	61,31	69,95
%40	127,27	78,24	154,32	78,25	57,64	65,76
%20	114,12	70,15	133,63	67,76	36,70	41,87

Tablo 36'dan görüleceği gibi sulama suyu seviyelerindeki azalışla birlikte brokkoli bünyesindeki biomass miktarlarındaki azalışlar gerçekleşmiştir. 2010 yılındaki azalışların diğer yıllara göre çok daha fazla olmasının nedeni olarak; iklim parametrelerinin brokkoli bitkisinin gelişmesi için gerekli optimum değerlerin üzerinde gerçekleşmesi açıklanabilir (Tablo 5, 6, 7, 8 ve 9).

4.6.2. Dönemsel su kısıtı ile elde edilen kuru madde miktarları (%)

4.6.2.1. Yaprak yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları

Yapılan üç yıllık denemeler sonunda, dönemsel olarak (erken vejetatif, geç vejetatif ve çiçeklenme dönemleri) farklı miktarlarda uygulanan sulamalar sonucunda brokoli bitkilerinden elde edilen yaprak yaş ağırlıkları Tablo 37'de verilmiştir.

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sulama suyu kısıntılarına (%80, %60, %40 ve %20) göre denemelerin ilk yılında %100 sulama suyu uygulanan kontrol konusundan 494,72 g yaprak yaş ağırlığı elde edilmiştir. Erken vejetatif dönem sonuçlarına göre 373,38 ile 306,41 g/bitki arasında değişen yaprak ağırlıkları belirlenmiştir. Geç vejetatif dönemde bu değerler 344,15 ile 317,40 g/bitki arasında değişirken; çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamaları sonucunda 393,07 ile 295,71 g/bitki arasında değişen yaprak ağırlıkları tespit edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü ikinci yılda %100 kontrol konusundan 682,85 g/bitki yaprak ağırlıkları bulunmuştur. Erken vejetatif dönem uygulamaları ile 408,59 ile 332,56 g/bitki; geç vejetatif dönemde 398,28 ile 312,98 g/bitki ve çiçeklenme dönemi su kısıntısı

uygulamaları ile 455,67 ile 301,92 g/bitki arasında değişen yaprak yaş ağırlıkları tespit edilmiştir.

Denemelerin son tekrarının yapıldığı 2010 yılı sonunda %100 kontrol konusunda 359,40 g/bitki yaprak ağırlığı tespit edilmiştir. Yaprak ağırlığı değerleri erken vejetatif dönemde 328,49 ile 253,40 g/bitki, geç vejetatif dönemde 273,30 ile 226,03 g/bitki ve çiçeklenme döneminde 292,45 ile 160,94 g/bitki arasında değişmiştir.

Yaprakların yaş ağırlıkları tespit edildikten sonra etüvde kurutulularak, brokoli yapraklarının farklı sulama miktarlardaki sulama suyu uygulamaları ile içeriğindeki kuru madde oranları tespit edilmiştir. Sulama suyu kısıntıları ile yaprak kuru madde oranlarındaki değişimler Tablo 38’de görülmektedir.

Tablo 37. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen yaprak yaş ağırlık değerleri.

Konu	Yaprak Yaş Ağırlığı (g)		
	2008	2009	2010
%100	494,72	682,85	359,4
E.V. %80	373,38	408,59	328,49
E.V. %60	353,37	386,32	282,96
E.V. %40	320,04	359,83	261,66
E.V. %20	306,41	332,56	253,40
G.V. %80	344,15	398,28	273,30
G.V. %60	341,76	360,43	271,78
G.V. %40	340,45	341,64	237,30
G.V. %20	317,40	312,98	226,03
Çiç. %80	393,07	455,67	292,45
Çiç. %60	375,01	423,58	204,80
Çiç. %40	345,45	392,67	192,29
Çiç. %20	295,71	301,92	160,64

Etüvde kurutulularak elde edilen yaprak kuru madde oranları ile gerçekleştirilen istatistik analiz sonuçlarına göre, erken ve geç vejetatif dönemde uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyu uygulamalarına göre her bir uygulama farklı bir Duncan grubunu oluşturmuştur. Çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamalarında ise %80 ve %60

sulama suyu uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken; %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları ayrı ayrı gruplar oluşturmuştur.

Araştırmaların yürütüldüğü ikinci yılda erken vejetatif dönemde uygulanan %20 ve %40 sulama suyu uygulamaları aynı istatistik grubunda yer alırken; %60 ve %80 sulama suyu uygulamalarının ayrı ayrı gruplar oluşturduğu belirlenmiştir.

Geç dönem su kısıntısı uygulamaları sonuçlarına göre %80 ve %60 sulama suyu uygulamaları aynı duncan grubunu oluştururken; %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları ayrı ayrı gruplarda yer almışlardır.

Diğer ölçülen parametrelerde olduğu gibi brokoli bitkisi çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntılarında ciddi olarak etkilenmektedir. Tablo 38'den görüleceği üzere, çiçeklenme döneminde uygulanan tüm sulama suyu kısıntılarında yaprak kuru madde oranlarının her biri ayrı ayrı duncan gruplarında yer almışlardır.

Tablo 38. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen yaprak kuru madde miktarları.

Konular	Yaprak Kuru Madde (%)		
	2008	2009	2010
%100	15.110 ± 0,0896 AdI	14.793 ± 0,115 AcII	12.860 ± 0,0493 AeIII
E.V. %80	14.517 ± 0,0491 CdI	14.133 ± 0,0491 CcII	14.060 ± 0,0416 CdII
E.V. %60	16.157 ± 0,0433 CcI	14.890 ± 0,0379 BbII	14.960 ± 0,0529 CcIII
E.V. %40	18.813 ± 0,0463 CbI	15.437 ± 0,0296 CaII	15.307 ± 0,0406 CbII
E.V. %20	19.600 ± 0,0416 CaI	15.490 ± 0,0265 CaII	16.307 ± 0,0406 CaIII
G.V. %80	16.863 ± 0,0524 AdI	14.510 ± 0,0208 BcIII	14.537 ± 0,0376 AcII
G.V. %60	17.337 ± 0,0296 AcI	16.117 ± 0,0203 AcII	15.267 ± 0,0371 BbIII
G.V. %40	18.470 ± 0,0586 BbI	18.177 ± 0,0260 AbII	15.577 ± 0,0348 BbIII
G.V. %20	20.380 ± 0,0404 AaI	19.030 ± 0,0608 BaII	16.020 ± 0,0346 BaIII
Çiç. %80	16.590 ± 0,0493 BcI	15.653 ± 0,0633 AdII	14.740 ± 0,0306 BdIII
Çiç. %60	16.747 ± 0,0491 BcI	16.153 ± 0,0338 AcII	15.487 ± 0,0481 AcIII
Çiç. %40	18.273 ± 0,0498 CbI	17.170 ± 0,0321 BbII	16.620 ± 0,0231 AbIII
Çiç. %20	20.120 ± 0,0361 BaI	19.487 ± 0,0203 AaII	17.360 ± 0,0577 AaIII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Farklı yıllarda elde edilen yaprak kuru madde oranları arasında yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre; denemelerin yürütüldüğü iklimsel farklılıklardan kaynaklanan değişikliklerden dolayı her bir deneme yılı farklı duncan grupları oluşturmuştur.

Tartılarak elde edilen yaprak yaş ağırlıkları ile brokoli yapraklarındaki kuru madde oranları birlikte değerlendirilerek farklı gelişme dönemlerinde değişik miktarlarda uygulanan sulama suyu uygulamalarına göre yaprak kuru ağırlıkları (biomass) belirlenmiştir. Tüm deneme konularında tespit edilen yaprak kuru ağırlıkları Tablo 39’da verilmiştir.

Denemeler sonucunda en yüksek yaprak kuru ağırlığı 141,99 g/bitki ile 2009 yılı %100 sulama suyu uygulanan konuda belirlenirken; en düşük değer ise 43,87 g/bitki ile 2010 yılı çiçeklenme döneminde %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan elde edilmiştir. Farklı gelişme dönemleri kendi aralarında değerlendirildiğinde sulama suyu miktarlarındaki azalma ile birlikte brokoli bitkilerinin biriktirmiş olduğu kuru madde miktarlarında düşüşler gözlenmiştir. Sulama suyu miktarındaki değişimlerle biomass arasındaki benzer ilişkiler birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Yurtseven ve Baran, 2000, Çakır, 2004, Pimratch ve ark., 2007, Çakır, 2011, Çakır ve Çebi, 2006, 2010).

Tablo 39. Araştırma yılları sonunda dönemselsu kısıtı ile elde edilen yaprak kuru ağırlıkları (g).

Konu	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)					
	2008		2009		2010	
	(g/bitki)	(%)	(g/bitki)	(%)	(g/bitki)	(%)
%100	72,12	100,00	141,99	100	76,22	100
E.V. %80	58,64	81,31	126,73	89,25	60,13	78,89
E.V. %60	55,60	77,09	121,02	85,23	57,30	75,18
E.V. %40	52,50	72,80	119,44	84,12	52,47	68,84
E.V. %20	50,98	70,69	118,87	83,72	51,71	67,84
G.V. %80	52,93	83,39	122,01	85,93	46,47	60,97
G.V. %60	55,10	82,40	121,18	85,34	44,56	58,46
G.V. %40	63,15	80,56	120,53	84,89	36,98	48,52
G.V. %20	60,40	79,75	116,89	82,32	35,81	46,98
Çiç. %80	61,50	85,27	124,02	87,34	43,11	56,56
Çiç. %60	60,58	84,00	120,30	84,72	41,72	54,74
Çiç. %40	59,31	82,24	119,23	83,97	36,65	48,08
Çiç. %20	57,62	79,89	116,7	82,19	33,44	43,87

4.6.2.2. Gövde yaş ağırlıkları, kuru madde oranları ve kuru ağırlıkları

Brokkoli taçları hasat edildikten sonra alınan bitki örneklerinden yapraklar ayrılıp, gövdeler tek başına değerlendirilmiştir. Bitkilerden elde edilen yaş gövde ağırlıkları Tablo 40'da, gövde kuru madde oranları Tablo 41'de ve gövde kuru ağırlıkları (biomass) Tablo 42'de verilmiştir.

Bitkilerden elde edilen yaş gövde ağırlıkları 675,36 g/bitki ile 121,61 g arasında değişim göstermektedir. En yüksek gövde ağırlığı, yaprak ağırlıklarında belirlendiği gibi 2009 yılı %100 sulama suyu uygulamasından elde edilmiştir. En düşük gövde ağırlığı değeri ise 2010 yılı çiçeklenme dönemi %20 sulama suyu uygulamasında belirlenmiştir. Gelişme dönemleri kendi aralarında değerlendirildiğinde sulama suyu miktarındaki düşüşler ile gövde yaş ağırlığı değerlerinin de azaldığı gözlenmektedir. En fazla azalışların çiçeklenme dönemi sulama suyu değişimleriyle meydana geldiği belirlenmiştir (Tablo 40).

Tablo 40. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen gövde yaş ağırlıkları (g).

Konu	Gövde Yaş Ağırlığı (g)		
	2008	2009	2010
%100	575,46	675,36	385,95
E.V. %80	430,13	450,73	207,06
E.V. %60	385,55	415,93	190,49
E.V. %40	356,32	406,32	173,27
E.V. %20	316,61	396,65	169,70
G.V. %80	291,48	391,9	156,19
G.V. %60	337,75	367,42	150,49
G.V. %40	294,86	324,61	134,09
G.V. %20	267,29	297,29	129,68
Çiç. %80	316,36	356,26	162,90
Çiç. %60	295,52	315,46	152,29
Çiç. %40	259,12	289,49	144,53
Çiç. %20	237,45	277,85	121,61

Yaş brokoli gövdeleri kurutulduktan sonra, uygulanan su kısıntılarına göre kuru madde oranları (%) belirlenmiştir (Tablo 41). Kontrol konularından elde edilen gövde kuru madde oranları sırasıyla %14,20, %15,75 ve %10,18 olarak bulunmuştur.

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarına göre en yüksek gövde kuru madde oranı %21,56 ile 2008 yılı çiçeklenme dönemi %20 sulama suyu uygulamasından elde edilirken; en düşük oran 10,18 ile 2010 yılı kontrol konusundan elde edilmiştir.

Gövde kuru madde oranları esas alınarak yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda hem dönemlerin hem de dönemler içinde farklı miktarlarda sulama suyu uygulamalarının %5 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında erken vejetatif dönem %80 ve %60 sulama suyu uygulamaları arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Aynı dönemde %40 ve %20 sulama uygulamaları ise ayrı ayrı gruplarda yer almıştır. Geç vejetatif dönem su kısıntıları arasında ise sadece %20 sulama suyu uygulanan deneme konusu diğer uygulamalardan farklı bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde uygulanan her bir su kısıntısı farklı duncan grupları oluşturmuştur.

İkinci deneme yılında erken vejetatif dönem uygulamalarının tümü (%80, %60, %40 ve %20 sulama suyu uygulamaları) farklı istatistik grupları oluşturmuştur. Geç vejetatif dönemde farklı miktarda sulama suyu uygulamaları koşullarında elde edilen gövde kuru madde oranları arasında tanık konuya uygulanan suyun %80 ve %60'ını uygulandığı konular arasında istatistiksel olarak benzerlik belirlenmiştir. Sulama suyu uygulamalarında %40 ve %20 konuları ise farklı gruplarda yer almıştır. Çiçeklenme dönemi uygulamaları arasında ilk yıla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kısıntı uygulanan tüm deneme konuları istatistiksel olarak farklı duncan gruplarını oluşturmuştur.

Araştırmanın sürdürüldüğü 2010 yılı erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarının tümü farklı gruplarda yer alırken; geç vejetatif dönem su kısıntısı uygulamalarından %80 ve %60 konuları benzerlik göstermiştir. Daha kuvvatli stres koşullarında, kontrol konusuna uygulanan sulama suyunun %40 ve %20'sinin uygulandığı deneme konularında gövde kuru madde oranlarına etkisinin daha fazla olduğu ve ayrı istatistik grupları oluşturduğu görülmektedir.

Yaprak ve gövde yaş ağırlıkları birlikte kurutulduktan sonra brokoli bitkilerinin toplam kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Tablo 42). Kuru ağırlık olarak 2009 yılında tanık konudan 106,37 g/bitki olarak en yüksek miktar elde edilmiştir. 18,62 g ile en düşük değer 2010 yılının çiçeklenme döneminde %20 sulama suyu uygulanan deneme konusunda meydana gelmiştir.

Tablo 41. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen gövde kuru madde miktarları.

Konular	Gövde Kuru madde (%)		
	2008	2009	2010
%100	14,207 ± 0,0570 AeII	15,747 ± 0,0570 AcI	10,183 ± 0,0953 AdIII
E.V. %80	16,960 ± 0,0473 CcI	15,107 ± 0,0219 BdII	10,880 ± 0,0416 BdIII
E.V. %60	16,250 ± 0,0666 BcI	15,730 ± 0,0265 CcII	11,113 ± 0,0406 CcIII
E.V. %40	18,017 ± 0,0674 BbI	16,970 ± 0,0436 CbII	11,733 ± 0,0291 BbIII
E.V. %20	20,663 ± 0,0644 BaI	18,117 ± 0,0203 CaII	12,223 ± 0,0296 CaIII
G.V. %80	17,097 ± 0,0561 AbI	17,627 ± 0,0291 AcII	11,687 ± 0,0291 AbcIII
G.V. %60	18,523 ± 0,0384 AaI	17,707 ± 0,0897 BcII	11,520 ± 0,0917 BcIII
G.V. %40	18,757 ± 0,0561 CaII	17,980 ± 0,0462 BbI	11,727 ± 0,0291 BbIII
G.V. %20	18,450 ± 0,0404 CaII	19,003 ± 0,0328 BaI	12,560 ± 0,0306 BaIII
Çiç. %80	17,800 ± 0,0416 BdI	17,553 ± 0,0240 AdII	10,727 ± 0,0291 BdIII
Çiç. %60	18,620 ± 0,0577 AcII	18,927 ± 0,0581 AcI	12,280 ± 0,0346 AcIII
Çiç. %40	20,940 ± 0,0529 AbI	20,703 ± 0,0633 AbII	13,490 ± 0,0265 AbIII
Çiç. %20	21,560 ± 0,0462 AaI	21,260 ± 0,0361 AaII	15,310 ± 0,0321 AaIII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Araştırmanın yürütüldüğü üç yılda da tanık konuya göre belirlenen kuru ağırlık azalış miktarları Tablo 42’de görülmektedir. Üç yıllık sonuçlar değerlendirildiğinde en az biomass kayıpları erken vejetatif dönemlerinde gerçekleşmiştir. En fazla kayıp ise geç vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarında kendini göstermektedir. Çiçeklenme dönemine kadar bitkiler fotosentez ürünlerini bünyelerinde tutmuş, ancak su kısıntısı uygulamaları ile birlikte hem yaprakların hemde gövdelerin su içerikleri azalmıştır.

Tablo 42. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen gövde kuru ağırlıkları (g).

Konu	Gövde Kuru Ağırlığı (g)					
	2008		2009		2010	
	(g/bitki)	(%)	(g/bitki)	(%)	(g/bitki)	(%)
%100	90,61	100,00	106,37	100,00	39,29	100,00
E.V. %80	58,88	64,98	68,09	64,01	24,92	57,97
E.V. %60	55,62	61,38	65,42	64,50	21,14	53,81
E.V. %40	48,24	53,24	68,94	64,81	20,32	51,72
E.V. %20	41,17	45,44	71,89	62,58	19,41	48,13
G.V. %80	39,58	43,68	69,08	64,94	18,25	46,45
G.V. %60	35,68	39,38	65,08	61,18	17,34	44,13
G.V. %40	31,62	34,90	58,38	54,88	15,73	40,04
G.V. %20	29,05	32,06	56,49	53,11	13,43	37,45
Çiç. %80	34,46	48,03	62,52	58,78	20,49	54,52
Çiç. %60	39,26	43,33	59,72	56,14	19,93	50,73
Çiç. %40	39,52	43,62	59,92	56,33	19,50	49,63
Çiç. %20	37,29	41,15	59,08	55,54	18,62	47,39

4.6.2.3. Toplam yaş ağırlık, kuru madde oranları ve kuru ağırlıklar

Yaprak ve gövde ağırlıkları birlikte değerlendirilerek elde edilen brokolilerin toplam yaş ağırlıkları Tablo 43’de verilmiştir. Yaprak ve gövde yaş ağırlıklarında olduğu gibi toplam yaş ağırlıklar arasında en yüksek değer 2009 yılında tanık konuda meydana gelmiştir. En düşük değer ise 314,25 g ile 2010 yılı çiçeklenme döneminde %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan elde edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü üç yıl boyunca en az ağırlık kaybı erken vejetatif dönem uygulamalarında meydana gelmiştir. Bu dönem geç vejetatif ve çiçeklenme dönemi takip etmiştir. Bitkilerinin yaş ağırlıkları tüm konular birlikte değerlendirildiğinde, eğer çiçeklenme döneminde brokoli su kısıntısına uğrar ise ciddi ağırlık kayıpları görülmektedir. Diğer dönemlere göre brokolinin en hassas dönemi çiçeklenme dönemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 43. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen toplam yaş ağırlıkları (g).

Konu	Toplam Yaş Ağırlığı (g)		
	2008	2009	2010
%100	1070,18	1358,21	745,35
E.V. %80	824,11	859,32	365,55
E.V. %60	769,30	802,25	573,45
E.V. %40	726,36	766,15	502,93
E.V. %20	703,06	709,21	561,10
G.V. %80	736,05	790,18	429,49
G.V. %60	709,18	727,85	442,27
G.V. %40	665,06	666,25	371,39
G.V. %20	614,69	610,27	440,71
Çiç. %80	749,33	811,93	455,35
Çiç. %60	690,47	739,04	367,09
Çiç. %40	634,94	682,16	304,82
Çiç. %20	573,56	579,77	314,25

Araştırma süresince farklı dönemlerde ve farklı miktarlarda su kısıtı uygulamaları sonucunda belirlenen toplam kuru madde oranları (%) ve yapılan istatistik analiz sonuçları Tablo 44’de görülmektedir. Tablodan görüleceği gibi araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda, erken vejetatif dönemde uygulanan her bir su kısıtı istatistiki olarak farklı gruplarda yer almıştır. Geç vejetatif dönemde ise 2008 ve 2009 yıllarında tüm su kısıtları ayrı duncan grupları oluşturmasında rağmen; 2010 yılında tanık konuya uygulanan suyun %20’nin verildiği deneme konusu dışında kalan diğer konular aynı grupta yer almıştır.

Araştırmaların yürütüldüğü yıllarda çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıtlarının toplam kuru madde oranları üzerine etkilerinin fazla olduğu görülmektedir. Denemeler sonunda elde edilen en yüksek kuru madde oranlarının yıllara göre sırasıyla %20,35, %20,13 ve %16,57 ile çiçeklenme dönemlerinde gerçekleştiği belirlenmiştir. En düşük kuru madde oranları ise sulama suyunun tam uygulandığı kontrol saksılarında olduğu saptanmıştır.

Tablo 44. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen toplam kuru madde miktarları.

Konular	Toplam Kuru madde (%)		
	2008	2009	2010
% 100	15,200 ± 0,0503 AdI	14,520 ± 0,0529 AeII	11,760 ± 0,140 AeIII
E.V. %80	15,377 ± 0,0578 BdI	14,747 ± 0,0203 BdII	12,870 ± 0,0265 CdIII
E.V. %60	15,733 ± 0,0353 CcI	15,087 ± 0,0546 CcII	13,680 ± 0,0252 BcIII
E.V. %40	16,720 ± 0,0231 CaI	15,853 ± 0,0751 CbII	14,080 ± 0,0252 BbIII
E.V. %20	16,480 ± 0,0416 CbII	16,850 ± 0,0404 CaI	14,573 ± 0,0296 CaIII
G.V. %80	16,580 ± 0,0416 AdII	15,437 ± 0,0296 AdII	14,137 ± 0,0120 AbIII
G.V. %60	16,947 ± 0,0696 BcI	16,507 ± 0,0371 AcII	14,003 ± 0,0426 AbIII
G.V. %40	18,267 ± 0,0291 BbI	18,237 ± 0,0348 AbI	14,187 ± 0,0176 BbII
G.V. %20	19,023 ± 0,0578 BaI	19,147 ± 0,0376 BaI	14,800 ± 0,0231 BaII
Çiç. %80	16,550 ± 0,0252 AdI	15,270 ± 0,0321 AdII	13,307 ± 0,0240 BdIII
Çiç. %60	17,423 ± 0,0348 AcI	16,277 ± 0,0384 BcII	14,073 ± 0,0961 AcIII
Çiç. %40	18,780 ± 0,0361 AbI	17,477 ± 0,0491 BbII	15,140 ± 0,0643 AbIII
Çiç. %20	20,353 ± 0,0291 AaI	20,133 ± 0,0318 AaII	16,573 ± 0,0240 AaIII

NOT1: Aynı yıl ve su kısıtında farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT2: Aynı dönem ve su kısıtında farklı roma rakamıyla gösterilen yıl ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

NOT3: Aynı yıl ve dönemde farklı küçük harflerle gösterilen su kısıtı ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, brokoli bitkilerindeki toplam kuru ağırlıklar Tablo 45’de özetlenmiştir. Bitki başına 197,21 g ortalama ile 2009 yılında tanık konudan en yüksek kuru ağırlık (biomass) elde edilmiştir. En düşük toplam kuru ağırlık değeri ise yaprak ve gövde ağırlıklarında olduğu gibi 2010 yılı çiçeklenme döneminde uygulanan %20 sulama suyu uygulamasında bulunmuştur.

Dönemler kendi aralarında değerlendirildiğinde sulama suyu miktarlarındaki azalmayla birlikte kuru ağırlık miktarları da azalmaktadır. Erken vejetatif dönemdeki kuru ağırlık kayıpları diğer dönemlere göre daha az olmuştur. Bu dönemi geç vejetatif dönem izlemektedir. En fazla kuru ağırlık (biomass) kayıpları ise çiçeklenme döneminde meydana gelmiştir.

Denemeler sonucunda diğer parametrelerde görüldüğü gibi çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntıları brokolinin biomas üretiminde önemli kayıplara yol açmaktadır.

Tablo 45. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen toplam kuru ağırlıkları (g).

Konu	Toplam Kuru Ağırlığı (g)					
	2008		2009		2010	
	(g/bitki)	(%)	(g/bitki)	(%)	(g/bitki)	(%)
%100	162,67	100,00	197,21	100,00	87,65	100,00
E.V. %80	126,72	77,90	126,72	64,26	85,05	93,67
E.V. %60	121,03	74,41	121,04	61,37	78,45	89,50
E.V. %40	121,45	74,66	121,46	61,59	70,81	80,79
E.V. %20	115,86	71,23	119,50	60,60	68,77	78,29
G.V. %80	122,04	75,02	121,98	61,85	63,72	72,27
G.V. %60	120,18	73,88	120,15	60,92	61,93	70,65
G.V. %40	119,49	72,68	120,50	60,61	60,69	68,11
G.V. %20	116,93	71,88	118,85	59,25	58,23	65,41
Çiç. %80	124,01	76,24	123,98	62,87	60,59	69,13
Çiç. %60	120,30	73,95	120,29	61,00	51,66	58,94
Çiç. %40	119,24	73,30	119,22	60,45	52,08	59,42
Çiç. %20	116,74	71,76	116,73	59,19	46,15	52,65

4.7. Glikosinolat miktarlarına ilişkin bulgular

4.7.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen toplam glikosinolat miktarlarına ilişkin bulgular

Araştırmaların başından sonuna kadar sabit su kısıntıları uygulanarak yürütülen çalışmalar sonucunda hasat edilen brokolilerde belirlenen glikosinolat miktarları Tablo 46'da verilmiştir.

Uygulanan su kısıntılarındaki artış ile birlikte glikozinolat değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Lahana grubu sebze türlerinin kansere karşı koruyucu etki göstermeleri temel olarak içerdikleri glikozinolatlara dayandırılmaktadır (Seow ve ark. 2002, Fowke ve ark. 2003, Sarıkamış ve ark., 2006). Glikozinolatların bitkilerde pek çok ekolojik ve biyotik stres faktörlerine karşı bir savunma mekanizması görevi gördükleri belirtilmektedir

(Ratzka 2002). Stres ile birlikte glikozinolat miktarının arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Hensen ve ark., 1995, Vallejo ve ark., 2003, Meyer ve Adam, 2008, Schreiner ve ark., 2009, Mailer ve ark., 2008, Rungapamestry ve ark., 2008, Berenguer ve ark., 2008).

Brokoli meyvelerinden en yüksek toplam glikozinolat 21,10 $\mu\text{mol/g}$ ile 2009 yılında %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan; en düşük miktar ise 7,75 $\mu\text{mol/g}$ ile 2008 yılında tanık (%100) konudan elde edilmiştir.

Tablo 46. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen glikozinolat değerleri

Konular	Toplam Glikosinolat ($\mu\text{mol/g}$)		
	2008	2009	2010
%100	7,75	11,65	9,03
%80	8,10	11,40	9,58
%60	8,30	12,55	10,15
%40	15,65	17,20	16,45
%20	19,55	21,10	20,32

Tablo 46'ya bakıldığında denemelerin tekrar edildiği üç yıl boyunca %100, %80 ve %60 sulama suyu uygulanan konulardaki glikozinolat artışları fazla değildir; ancak stres düzeyinin arttığı tanık konuya uygulanan sulama suyunun %40 ve %20'sinin uygulandığı deneme konularındaki glikozinolat artışları önemli ölçüde artış göstermiştir.

4.7.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen glikozinolat değerlerine ilişkin bulgular

Stres koşullarında bulunan bitkiler tarafından biriktirilen glikozinolatlar, Caprales takımında yer alan tüm bitkilerde aminoasitlerden türemiş kimyasalardır. Ayrıca glikozinolatlar diğer sekonder bileşikler de olduğu gibi, her bir bitkinin değişik dokularında (kök, yaprak, generatif dokular, tohumlar gibi.) farklılıklar gösterebilirken, gelişme dönemi ve çevresel faktörlerden de etkilenmektedir ancak ürünün genetik yapısı en belirleyici faktördür (Martinez-Ballesta ve ark., 2004; Rosa ve Rodrigues, 2001). Bununla birlikte ekofizyolojik faktörlerden su ve bitki besin elementlerinin fitokimyasalları da etkilediği bilinmektedir (Rosa ve Rodrigues, 2001). Kuraklık stresine

maruz kalmış dokularda düşük turgor altında sekonder metabolit olan glikozinolat öncüleri (precursors) nin daha sonraki kullanım için üretildikleri düşünülmektedir (Larkin, 1976).

Araştırmaların başından sonuna kadar farklı gelişme dönemlerinde değişik miktarlarda uygulanan su kısıntıları ile yürütülen çalışmalar sonucunda hasat edilen brokkolilerde dönemsel su kısıntılarına göre belirlenen glikosinolat miktarları Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen glikozinolat miktarları.

Konular	Toplam Glikosinolat ($\mu\text{mol/g}$)			
	2008	2009	2010	Yıl Ortalama
%100	7,75	11,65	9,03	9.48
E.V. %80	6,20	7,55	8,12	7.29
E.V. %60	7,10	6,50	8,73	7.44
E.V. %40	7,50	6,40	8,83	7.58
E.V. %20	4,25	6,75	7,48	6.16
Dönem Ortalama	6.26	6.80	8.29	7.12
G.V. %80	9,70	10,15	11,88	10.58
G.V. %60	10,45	12,55	13,62	12.21
G.V. %40	10,55	15,10	16,38	14.01
G.V. %20	11,00	15,25	16,51	14.25
Dönem Ortalama	10.43	13.26	14.60	12.76
Çiç. %80	8,00	9,10	9,15	8.75
Çiç. %60	17,75	16,80	15,79	16.78
Çiç. %40	19,20	17,85	18,36	18.47
Çiç. %20	20,00	24,70	22,42	22.37
Dönem Ortalama	16.24	17.11	16.43	16.59
Genel Ortalama	10.77	12.35	12.85	11.99

Araştırmada farklı dönemlerde uygulanan su kısıntılarına göre glikozinolatlar değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Lahana grubu sebze türlerinin kansere karşı koruyucu etki göstermeleri temel olarak içerdikleri glukozinolatlara dayandırılmaktadır (Seow ve ark. 2002, Fowke ve ark. 2003, Sarıkamış ve ark., 2006). Glukozinolatların bitkilerde pek çok ekolojik ve biyotik stres faktörlerine karşı bir savunma mekanizması görevi gördükleri belirtilmektedir (Ratzka 2002). Stres ile birlikte glikozinolat miktarının arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Hensen ve ark., 1995, Vallejo ve ark., 2003, Meyer ve Adam, 2008, Schreiner ve ark., 2009, Mailer ve ark., 2008, Rungapamestry ve ark., 2008, Berenguer ve ark., 2008).

Dönemsel su kısıntısı uygulanan denemelerdeki brokkoli meyvelerinden en yüksek toplam glikozinolat miktarı 24.70 $\mu\text{mol/g}$ ile 2009 yılında çiçeklenme döneminde %20

sulama suyu uygulanan deneme konusundan; en düşük miktar ise 7,75 $\mu\text{mol/g}$ ile 2008 yılında tanık (%100) konudan elde edilmiştir.

4.8. İçsel prolin miktarına ilişkin bulgular

4.8.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen içsel prolin miktarına ilişkin bulgular

Araştırma yılları sonunda brokoli bitkisine uygulanan farklı miktarlarda sulama suyu uygulamalarına göre bitki yapraklarında meydana gelen prolin birikimleri Tablo 48’de verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü 3 yıl boyunca bitki yapraklarında meydana gelen en yüksek prolin birikimi %20 sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edilmiştir. 54,41 $\mu\text{mol/g}$ ile 2010 yılında en yüksek değer belirlenirken, en düşük 11,44 $\mu\text{mol/g}$ ile 2009 yılı %100 sulama suyu konusunda meydana gelmiştir. Bandurska, (2004)’e göre prolin düzeyindeki artışın doku dehidratasyonuna bağlı olarak değişmediğini belirtmiştir. Proteinlerin azalması ve aminoasitlerin artması su stresi ile korelesyon göstermektedir (Gorbanli ve ark., 1998).

Ashraf, (2004)’e göre, yüksek bitkilerde yaygın olarak görülen prolin, tuz stresi uygulanan bitkilerde diğer aminoasitlere göre daha fazla birikir (Ashraf, 1994a, Wyn Jones, 1981, Ali ve ark., 1999, Abraham ve ark., 2003, Ashraf, 1993). Bununla birlikte, prolin birikimi su noksanlığında da tuz kadar fazla olmaktadır (Yamaya ve Matsumoto, 1989). Böylece prolin birikimi orta düzeyde spesifik olmayan bir yanıttır (Ashraf, 1994). Prolin, kullanılabilir azot birikimini düzenlemede osmotik olarak çok aktiftir (Ashraf, 1994a).

Tablo 48. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen prolin miktarları.

Konular	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)		
	2008	2009	2010
%100	16,06	11,44	16,74
%80	17,56	12,38	19,32
%60	21,68	22,64	23,05
%40	43,68	42,66	32,97
%20	52,97	53,38	54,41

4.8.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen içsel prolin miktarına ilişkin bulgular

Ashraf, 2004'e göre, yüksek bitkilerde yaygın olarak görülen prolin, tuz stresi uygulanan bitkilerde diğer aminoasitlere göre daha azla birikir (Ashraf, 1994a, Wyn Jones, 1981, Ali ve ark., 1999, Abraham ve ark., 2003, Ashraf, 1993). Bununla birlikte, prolin birikimi su noksanlığında da tuz kadar fazla olmaktadır (Yamaya ve Matsumoto, 1989). Böylece prolin birikimi orta düzeyde spesifik olmayan bir yanıttır (Ashraf, 1994). Prolin, kullanılabilir azot birikimini düzenlemede osmotik olarak çok aktiftir (Ashraf, 1994a).

Tablo 49. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen içsel prolin miktarları

Konular	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)			Yıl Ortalama
	2008	2009	2010	
%100	16,06	11,44	16,74	14.75
E.V. %80	21,66	23,29	20,53	21.83
E.V. %60	26,45	24,57	22,71	24.58
E.V. %40	29,63	31,64	24,63	28.63
E.V. %20	33,13	37,28	27,13	32.51
Dönem Ortalama	27.72	29.20	23.75	26.89
G.V. %80	28,31	15,28	19,86	21.15
G.V. %60	31,00	17,59	21,89	23.49
G.V. %40	23,33	23,94	23,87	23.71
G.V. %20	35,15	29,63	36,72	33.83
Dönem Ortalama	29.45	21.61	25.59	25.55
Çiç. %80	18,62	15,63	19,69	17.98
Çiç. %60	20,30	22,70	31,24	24.75
Çiç. %40	32,97	32,18	42,69	35.95
Çiç. %20	62,97	69,38	52,30	61.55
Dönem Ortalama	33.72	34.97	36.48	35.06

Araştırma yılları sonunda brokkoli bitkisine değişik gelişme dönemlerinde farklı miktarlarda verilen sulama suyu uygulamalarına göre bitki yapraklarında meydana gelen prolin birikimleri Tablo 49'da verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü 3 yıl boyunca bitki yapraklarında meydana gelen en yüksek prolin birikimi çiçeklenme döneminde %20 sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edilmiştir. 69.38 $\mu\text{mol/g}$ ile 2009 yılında en yüksek değer belirlenirken, en düşük 11.44 $\mu\text{mol/g}$ ile 2009 yılı %100 sulama suyu konusunda meydana gelmiştir. Bandurska, (2004)'e göre prolin düzeyindeki artışın doku dehidratasyonuna bağlı olarak değişmediğini belirtmiştir. Proteinlerin azalması ve aminoasitlerin artması su stresi ile korelesyon göstermektedir (Gorbanli ve ark., 1998).

4.9. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen klorofil miktarlarına ilişkin bulgular

Kurak şartlara karşı bitkilerde meydana gelen ilk tepki, yaprak turgorunun kaybolarak sararmanın başlamasıdır (Kaynaş, 1994). Yapılan bu çalışmada, genel olarak tüm araştırma yıllarında su kısıntısı oranının artışına paralel olarak yaprakların klorofil içeriğinde azalmalar gözlenmektedir. Belirtilen azalma durumu özellikle klorofil b ve toplam klorofil miktarlarında daha belirgin olarak gözlenmektedir.

Araştırma yılları boyunca hasat sonrasında deneme konularından alınan yaprak örneklerinde belirlenen klorofil a miktarları Tablo 50’de, klorofil b miktarları Tablo 51’de ve toplam klorofil miktarları Tablo 52’de verilmiştir.

Uygulanan sulama suyu ile yaprakların klorofil a içerikleri arasındaki ilişki istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Denemelerin yürütüldüğü her üç yılda da sulama suyu miktarının azalışıyla birlikte klorofil a miktarlarında azalmalar görülmüştür (Tablo 48), ancak tam su uygulanan %100 konusu ile toplam suyun , %80, %60 ve %40’nın uygulandığı konular arasında farklar istatistiki olarak farklılık göstermemiş ve aynı grupta yer almışlardır. Sadece bitkiye kuvvetli stres koşulları yaşatılan, sulama suyunun %20’nin uygulandığı konu diğerlerinde istatistiki olarak da farklı bulunmuş ve tek başına başka bir grubu oluşturmuştur.

Yıllar esas alınarak yapılan istatistiki değerlendirmelerde, 2008 yılına ait sonuçların diğer yıllardan $P \leq 0,05$ hata seviyesinde farklılaştığı ve ayrı bir sıralama grubu oluşturduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 50. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen klorofil a miktarları.

Konular	Klorofil a (mg/100 g)		
	2008	2009	2010
% 100	23,89 ± 0,05 Aa	22,47 ± 0,04 Ab	22,41 ± 0,02 Ab
% 80	23,60 ± 0,06 Aa	22,36 ± 0,27 Ab	22,30 ± 0,04 Ab
% 60	23,35 ± 0,04 Aa	22,15 ± 0,08 Ab	22,41 ± 0,04 Ab
% 40	23,41 ± 0,02 Aa	22,27 ± 0,03 Ab	22,30 ± 0,03 Ab
% 20	23,09 ± 0,03 Ba	21,93 ± 0,03 Bb	22,06 ± 0,03 Bb

NOT1: Farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Araştırma esnasında yaprakların klorofil b içerikleri incelenmiş ve elde edilen analiz sonuçları Tablo 51’de özetlenmiştir. Tablo 51’de verilen klorofil b miktarları, Tablo 50’de yer alan klorofil a miktarları ile karşılaştırıldığında, aynı stres koşullarında yetiştirilen bitkilerin klorofil b konsantrasyonlarının, klorofil a miktarlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Tablo değerlerinden, araştırmanın yürütüldüğü ilk yılda klorofil b miktarlarının 34,35 mg/100 g ile 31,35 mg/100 g arasında değiştiği ve varyans analiz sonuçlarına göre %100 sulama suyu uygulanan kontrol konusunun ilk grubu oluşturduğu da ortaya çıkmaktadır. Bunlara ek olarak, tablodaki bulgulardan düşük stres uygulamasının söz konusu olduğu %80 konusunun tek başına ikinci bir grubu oluşturduğu, aralarında istatistiki farklılık tespit edilemeyen %60 ve %40 konularının beraberce üçüncü grubu, kuvvetli stres koşullarının oluşması söz konusu olan % 20 konusunun ise 31,35 mg/100 g klorofil b miktarı ile son istatistik grubu oluşturduğu da görülmektedir.

Araştırmanın ikinci yılında klorofil b miktarları 34,92 mg/100 g ile 30,20 mg/100 g arasında değişmesine rağmen varyans analizleri sonucunda ilk yıl ile benzer gruplar oluşmuştur (Tablo 51).

Çalışmanın son yılı olan 2010 yılı denemesinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen klorofil b miktarlarında ve istatistik analiz sonuçlarında, diğer araştırma yıllarına göre bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Diğer yıllara göre daha yüksek klorofil b değerleri elde edilmesinin yanı sıra, tam su uygulaması yapılan %100 konusu ile %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konularının her biri farklı istatistik grupları oluşturmuştur. Buna karşın %60 ve %40 sulama suyu uygulanan konular arasındaki farklılık istatistiksel olarak teyit edilememiş ve konular aynı grupta yer almıştır. Benzer durum son grubu oluşturan ve nispeten yüksek oranda su kısıntısı yapılan %40 ve %20 deneme konuları açısından da söz konusu olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca aynı sulama suyu uygulanarak elde edilen değerler arasında yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 51’de görülmektedir. Yıllara göre en yüksek klorofil b miktarları 2010 yılında belirlenmiştir. İlk iki yıl ise 2010 yılına göre diğer istatistik grubu oluşturmuştur.

Üç yıl boyunca sürdürülen araştırmalardan elde edilen klorofil a ve klorofil b değerlerine ilişkin sonuçlar toplam klorofil içeriğine de yansımıştır (Tablo 52). Çalışmanın ilk yılı olan 2008 yılında yetiştirme ortamında eksilen suyun tamamının uygulandığı % 100 konusu 64,85 mg/100 g toplam klorofil miktarı ile tek başına 1. Duncan grubunu

oluştururken, tanık konu ile aralarında istatistiki önemde farklılık söz konusu olan, ancak birbiriyle farklılıklar tespit edilemeyen %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konuları ikinci grupta yer almışlardır. En düşük toplam klorofil konsantrasyonları ise son grubu oluşturan ve nispeten kuvvetli stres koşullarında yetişen %40 ve %20 konusu bitkilerin yapraklarında saptanmıştır.

Tablo 51. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen klorofil b miktarları

Konular	Klorofil b (mg/100 g)		
	2008	2009	2010
% 100	34,35 ± 0,05 Ab	34,92 ± 0,10 Ab	38,95 ± 0,54 Aa
% 80	32,82 ± 0,04 Bb	32,75 ± 0,05 Bb	41,83 ± 0,15 Ba
% 60	32,41 ± 0,03 Cb	31,10 ± 0,13 Cb	40,95 ± 0,60 Ca
% 40	32,27 ± 0,03 Cb	31,06 ± 0,07 Cb	39,86 ± 0,12 CDa
% 20	31,35 ± 0,03 Db	30,20 ± 0,04 Db	39,24 ± 0,20 Da

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıntıda* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

İkinci araştırma yılında da, 2008 de olduğu gibi en yüksek değerler %100 sulama uygulanan kontrol konularında tespit edilmiştir. Geri kalan araştırma konularının klorofil içeriğindeki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamış ve tamamı aynı sıralama grubunda yer almıştır.

2010 yılı tekrarında ise %80, %60 ve %40 sulama suyu uygulanan deneme konuları istatistiki olarak benzerlik gösterirken, %20 sulama konusu son grubu oluşturmuştur.

Yıllara göre aynı sulama suyu yüzdesi uygulanan deneme konuları arasındaki farklar da istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Farklılıklar yıllara göre değişiklik göstermektedir (Tablo 52).

Klorofil a ve b ile toplam klorofil miktarlarındaki azalmalar, uygulanan sulama suyu miktarındaki azalmayla birlikte klorofil sentez hızının azalmasından ve bununla birlikte klorofil parçalanmasının meydana geldiğini göstermektedir (Vardar, 1972, Kaçar, 1979, Kaynaş, 1994, Upreti ve ark., 1998, Xu ve ark., 1995, Yıldız ve Terzi, 2007).

Tablo 52. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen toplam klorofil miktarları

Konular	Toplam Klorofil (mg/100 g)		
	2008	2009	2010
%100	64,85 ± 0,03 Ab	65,02 ± 0,08 Aa	64,38 ± 0,15 Ab
%80	64,36 ± 0,03 Ba	64,20 ± 0,06 Ba	63,97 ± 0,09 Bb
%60	64,25 ± 0,03 Ba	63,89 ± 0,11 Bb	63,38 ± 0,13 Bb
%40	63,83 ± 0,02 Cb	64,20 ± 0,05 Ba	63,97 ± 0,06 Bb
%20	63,50 ± 0,02 Ca	64,20 ± 0,04 Bb	62,58 ± 0,06 Cb

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıntıda* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Yıldız ve Terzi (2007)'a göre kloroplast membranlarına uygulanan kısa süreli yüksek sıcaklık, su ve stroma enzimlerini içeren kloroplast içeriğinin kaybına neden olmaktadır (Bauer ve Senser, 1979, McCain ve ark., 1989).

4.10. İndirgen ve toplam şeker miktarlarına ilişkin bulgular

4.10.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen indirgen ve toplam şeker miktarlarına ilişkin bulgular

Farklı miktarlarda azalan sulama suyu uygulamaları ile denemelerin sürdürüldüğü her yılın sonunda alınan brokoli örneklerinde indirgen ve toplam şeker miktarları belirlenmiş ve yıllara göre bu değerler Tablo 53'de verilmiştir.

Araştırma yılları birlikte değerlendirildiğinde hem indirgen şeker hem de toplam şeker değerlerinin su stresine bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Deneme yılları sonunda en düşük indirgen şeker değeri 2010 yılında tanık konudan elde edilirken; en yüksek indirgen şeker değeri ise yine aynı yıl %20 sulama suyu uygulanan deneme konusunda belirlenmiştir. Toplam şeker değerlerine bakıldığında, en düşük değer 2,04 g/100 g ile 2010 yılında tanık konuda belirlenirken; en yüksek toplam şeker değeri 5,99 g/100 g ile 2009 yılında tanık konuya verilen sulama suyunun %20'sinin uygulandığı, bitkilere en ağır stresin yaşatıldığı deneme konusunda bulunmuştur.

Cram, (1976)'ya göre, organik osmotik çeşitliliğin şekerlerin birikimine %50 katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Bitkilerde çözünür karbonhidrat birikiminin net CO₂

asimilasyonunda bir azalma olmasına karşın yaygın olarak tuzluluk ya da kuraklığa bir yanıt olarak meydana geldiğini belirtmiştir (Ashraf, 2004).

Tablo 53. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen indirgen ve toplam şeker miktarları

Konular	2008		2009		2010	
	İnd Şeker (g/100 g)	Top. şeker (g/100 g)	İnd Şeker (g/100 g)	Top. şeker (g/100 g)	İnd Şeker (g/100 g)	Top. şeker (g/100 g)
%100	1,67	3,16	1,07	2,76	0,82	2,04
%80	1,33	4,13	1,18	2,81	1,48	2,35
%60	1,33	2,17	1,84	3,05	1,68	2,60
%40	1,60	3,22	2,52	4,77	2,27	2,86
%20	2,18	4,43	3,83	5,99	2,53	4,41

4.10.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen indirgen ve toplam şeker miktarlarına ilişkin bulgular

Farklı gelişme dönemlerinde ve miktarlarda azalan sulama suyu uygulamaları ile denemelerin sürdürüldüğü her yılın sonunda alınan brokoli örneklerinde indirgen ve toplam şeker miktarları belirlenmiş ve yıllara göre bu değerler Tablo 54’de verilmiştir.

Araştırma yılları birlikte değerlendirildiğinde hem indirgen şeker hem de toplam şeker değerlerinin su stresine bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Deneme yılları sonunda en düşük indirgen şeker değeri 2009 yılında geç vejetatif dönemde %20 sulama suyu uygulanan deneme konusundan elde edilirken; en yüksek indirgen şeker değeri ise 2010 yılında tanık konuda belirlenmiştir. Toplam şeker değerlerine bakıldığında, en düşük değer 1.26 g/100 ile 2009 yılında erken vejetatif dönemde %40 sulama suyu uygulanan deneme konusunda belirlenirken; en yüksek toplam şeker değeri 7.69 g/100 g ile 2009 yılında çiçeklenme döneminde %20 sulama suyu uygulanan, bitkilerin dönemsel olarak stresten en fazla etkilendiği çiçeklenme döneminde bulunmuştur.

Cram, (1976)’ya göre, organik osmotik çeşitliliğin şekerlerin birikimine %50 katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Bitkilerde çözünür karbonhidrat birikiminin net CO₂ asimilasyonunda bir azalma olmasına karşın yaygın olarak tuzluluk ya da kuraklığa bir yanıt olarak meydana geldiğini belirtmiştir (Ashraf, 2004).

Tablo 54. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen indirgen ve toplam şeker miktarları

Konular	İnd Şeker (g/100 g) 2008	Top. şeker (g/100 g) 2008	İnd Şeker (g/100 g) 2009	Top. şeker (g/100 g) 2009	İnd Şeker (g/100 g) 2010	Top. şeker (g/100 g) 2010
%100	1,67	3,16	1,07	2,76	2,27	2,86
E.V. %80	1,23	3,28	1,13	1,48	1,33	2,17
E.V. %60	1,34	3,61	1,12	1,31	1,45	1,97
E.V. %40	1,31	2,15	1,11	1,26	1,52	1,82
E.V. %20	1,04	3,56	0,97	2,04	1,11	2,57
G.V. %80	1,14	2,97	1,13	2,35	1,15	2,61
G.V. %60	1,09	2,18	0,82	2,63	1,46	2,35
G.V. %40	0,65	3,94	0,76	3,12	1,83	3,38
G.V. %20	0,77	5,60	0,87	4,10	1,12	4,18
Çiç. %80	1,04	1,93	1,22	1,35	1,58	2,45
Çiç. %60	1,11	2,23	1,46	1,41	1,84	3,49
Çiç. %40	1,94	1,98	1,78	2,73	1,92	3,71
Çiç. %20	3,09	6,52	3,57	7,69	2,06	7,52

4.11. Vitamin A, vitamin E ve C vitaminine ilişkin bulgular

4.11.1. Vitamin A miktarına ilişkin bulgular

4.11.1.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen A vitamini miktarına ilişkin bulgular

Yağda çözünen vitaminler arasında yer alan A vitamini, brokkoli meyvelerinde de bulunmaktadır. A vitamini diş ve kemiklerin büyümesi, cilt güzelliği ve müköz membranlar için gerekli olan bir vitamindir (Akkan, 1999). α ve β karotenlerin her ikisi de A vitamininin öncüleridir (Kurilich ve ark., 1999).

Araştırmanın yürütüldüğü 2008 ve 2010 yıllarında brokolilerde yapılan vitamin A analiz sonuçları Tablo 55’de görülmektedir.

İlk yıl A vitamini değerleri stres seviyesindeki artışlara göre 0.164 ile 0.494 mg/100g arasında değişmiştir. 2010 yılında ise stres artışıyla birlikte 0.108 ile 0.157 mg/100g arasında değişim göstermiştir. Kurilich ve ark., (1999), brokoli çeşitleri arasında yaptıkları çalışmada A vitamini miktarlarını 0,393 ile 1,502 mg/100g arasında değişen değerler elde etmişlerdir.

Tablo 55. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen Vitamin A miktarları

Konular	Vitamin A (mg/100g) 2008	Vitamin A (mg/100g) 2010
%100	0,164	0,108
%80	0,251	0,116
%60	0,198	0,122
%40	0,298	0,148
%20	0,494	0,157

4.11.1.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen A vitamini (Retinol) miktarına ilişkin sonuçlar

Farklı dönemlerde uygulanan su kısıntısı uygulamaları sonucunda belirlenen A vitamini değerleri Tablo 56’da görülmektedir. Araştırma sonunda 2008 ve 2010 yıllarında elde edilen brokkolilerde yapılan analiz sonuçlarına göre en düşük A vitamini değerleri her iki yılda da tanık konuda bulunmuştur. Tablodaki A vitamini değerlerine bakıldığında en yüksek artış çiçeklenme döneminde su kısıntısı yaşatılan deneme konularında görülmektedir.

Tablo 56. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen A vitamini miktarları.

Konular	Vitamin A (mg/100g)		
	2008	2010	Yıl Ortalama
%100	0,134	0,108	0.12
E.V. %80	0,303	0,216	0.26
E.V. %60	0,247	0,194	0.22
E.V. %40	0,266	0,158	0.21
E.V. %20	0,214	0,133	0.17
Dönem Ortalama	0.26	0.18	0.22
G.V. %80	0,215	0,146	0.18
G.V. %60	0,196	0,142	0.17
G.V. %40	0,152	0,137	0.14
G.V. %20	0,139	0,152	0.15
Dönem Ortalama	0.18	0.14	0.16
Çiç. %80	0,151	0,214	0.18
Çiç. %60	0,139	0,176	0.16
Çiç. %40	0,332	0,188	0.26
Çiç. %20	0,462	0,277	0.37
Dönem Ortalama	0.27	0.21	0.24
Genel Ortalama	0.23	0.17	0.20

Yağda çözünen vitaminler arasında yer alan A vitamini, brokoli meyvelerinde de bulunmaktadır. A vitamini diş ve kemiklerin büyümesi, cilt güzelliği ve müköz membranlar için gerekli olan bir vitamindir (Akkan, 1999). α ve β karotenlerin her ikisi de A vitamininin öncüleridir (Kurilich ve ark., 1999).

4.11.2. Vitamin E miktarına ilişkin bulgular

4.11.2.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen E vitamini miktarına ilişkin bulgular

E vitamini 4 tokoferol ve tokotrienolden oluşur ve doymamış yağ zincirleri içerir. Çoğu bitkisel kaynaklı gıdalar özellikle meyve ve sebzeler orta-düşük derecede E vitamini içerirler fakat diyetlerde bitkisel kaynaklı yiyeceklerin bolluğu nedeniyle sebze ve meyveler önemli bir E vitamini kaynağıdır (Chun ve ark., 2006'dan Eitenmiller and Lee, 2004).

Tablo 57. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen Vitamin E miktarları

Konular	Vitamin E (mg/100g) 2008	Vitamin E (mg/100g) 2009	Vitamin E (mg/100g) 2010
%100 Sulama	1,866	2,188	1,444
%80 Sulama	1,879	2,548	1,580
%60 Sulama	1,850	2,888	1,754
%40 Sulama	1,781	2,659	1,785
%20 Sulama	1,900	2,956	1,814

Brokkoli meyveleri de önemli diyet sebzeleri arasında yer aldığından araştırmalar sonunda E vitamini içerikleri belirlenmiştir. Denemeler sonunda elde edilen E vitamini miktarları Tablo 57'de verilmiştir. Üç yıllık deneme sonuçlarına göre en düşük E vitamini içeriği 1.444 mg/100g ile 2010 yılında tanık konudan elde edilen meyvelerde bulunurken; en yüksek E vitamini içeriği 2.956 mg/100g ile 2009 yılında tanık konuya verilen sulama suyu miktarının %20'sinin uygulandığı deneme konusunda belirlenmiştir. Singh ve ark., (2007), brassica türleri arasında yaptıkları çalışmada, brokolide vitamin E miktarının 0.22–0.68 mg/100g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Kurilich ve ark., 1999, ise brokkolide E vitamini içeriğinin 0,48 ile 4,93 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tokoferol miktarlarında meydana gelen artış bitkilerin stres toleransının artmasında katkıda bulunmaktadır (Blokhina ve ark., 2003, Munne-Bosch, 2000). Kurağa toleransı yüksek olan türlerde diğer bitkilere göre tokoferol içeriği daha fazladır (Price, ve Hendry, 1989).

4.11.2.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen E vitamini (Tokoferol) miktarına ilişkin sonuçlar

Araştırma sonunda farklı dönemlerde ve değişik seviyelerde su kısıntısı uygulamaları ile E vitamini değişimleri Tablo 58’de verilmiştir. Üç yıl boyunca devam eden araştırma sonuçlarına göre en yüksek E vitamini içerikleri çiçeklenme döneminde bitkilerin strese girmesi ile meydana gelmiştir. Yıllara göre en yüksek E vitamini miktarları çiçeklenme döneminde tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %20’sinin uygulandığı deneme konusundan sırasıyla 2.363, 2.838 ve 2.590 mg/100g olarak belirlenmiştir.

E vitamini 4 tokoferol ve tokotrienolden oluşur ve doymamış yağ zincirleri içerir. Çoğu bitkisel kaynaklı gıdalar özellikle meyve ve sebzeler orta-düşük derecede E vitamini içerirler fakat diyetlerde bitkisel kaynaklı yiyeceklerin bolluğu nedeniyle sebze ve meyveler önemli bir E vitamini kaynağıdır (Chun ve ark., 2006’dan Eitenmiller and Lee, 2004).

Brokkoli meyveleri de önemli diyet sebzeleri arasında yer aldığından araştırmalar sonunda E vitamini içerikleri belirlenmiştir. Denemeler sonunda elde edilen E vitamini miktarları Tablo 61’de verilmiştir. Üç yıllık deneme sonuçlarına göre en düşük E vitamini içeriği 1,444 mg/100g ile 2010 yılında tanık konudan elde edilen meyvelerde bulunurken; en yüksek E vitamini içeriği 2,838 mg/100g ile 2009 yılında çiçeklenme döneminde tanık konuya verilen sulama suyu miktarının %20’sinin uygulandığı deneme konusunda belirlenmiştir. Singh ve ark., (2007), brassica türleri arasında yaptıkları çalışmada, brokkolide vitamin E miktarının 0,22–0,68 mg/100g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Kurilich ve ark., 1999, ise brokkolide E vitamini içeriğinin 0,48 ile 4,93 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tokoferol miktarlarında meydana gelen artış bitkilerin stres toleransının artmasında katkıda bulunmaktadır (Blokhina ve ark., 2003, Munne-Bosch, 2000). Kurağa toleransı yüksek olan türlerde diğer bitkilere göre tokoferol içeriği daha fazladır (Price ve Hendry, 1989).

Tablo 58. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen E vitamini miktarları

Konular	Vitamin E (mg/100g)			Yıl Ortalama
	2008	2009	2010	
%100	1,866	2,188	1,444	2.126
E.V. %80	1,888	2,741	1,750	1.939
E.V. %60	1,736	2,288	1,792	2.080
E.V. %40	2,225	2,295	1,720	2.082
E.V. %20	2,213	2,350	1,682	2.057
Dönem Ortalama	2.016	2.419	1.736	2.058
G.V. %80	2,213	2,197	1,763	1.976
G.V. %60	2,050	2,088	1,789	2.343
G.V. %40	2,613	2,585	1,831	2.301
G.V. %20	2,313	2,713	1,878	2.169
Dönem Ortalama	2.297	2.396	1.815	2.360
Çiç. %80	2,013	2,692	2,375	2.333
Çiç. %60	1,975	2,688	2,336	2.438
Çiç. %40	2,075	2,788	2,451	2.597
Çiç. %20	2,363	2,838	2,590	2.432
Dönem Ortalama	2.107	2.752	2.438	2.126
Genel Ortalama	1,602	1,872	1,547	2.126

4.11.3. C vitamini miktarına ilişkin bulgular

4.11.3.1. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen C vitamini miktarına ilişkin bulgular

İnsan beslenmesi için meyve ve sebzelerdeki en önemli vitamin kaynağı C vitamini (Lee ve Kader, 2000).

Araştırmalar sonunda brokoli meyvelerinde saptanan vitamin C değerleri Tablo 59'da verilmiştir. Denemelerin ilk yılında vitamin C değerleri 75,48 ile 92,51 mg/100g arasında değişirken, ikinci yıl 73,38 ile 90,92 mg/100g, son deneme yılında ise 82,38 ile 91,42 mg/100g arasında değişmiştir.

Tablo 59. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen Vitamin C miktarları

Konular	Vitamin C (mg/100g) 2008	Vitamin C (mg/100g) 2009	Vitamin C (mg/100g) 2010
%100 Sulama	75,48	73,38	82,38
%80 Sulama	78,89	77,43	82,78
%60 Sulama	85,65	82,30	87,32
%40 Sulama	90,38	88,00	91,18
%20 Sulama	92,51	90,92	91,42

Denemeleri yürütüldüğü üç yıl boyunca belirlenen vitamin C değerlerine bakıldığında su stresi ile birlikte artış meydana gelmiştir. Su stresi ile birlikte vitamin C miktarlarında artış Şener ve Erken, (2004) tarafından biberde yapılan çalışmalarında belirtilmektedir. Başaran (1979), biberde vitamin C içeriğini 83,68 ile 121,78 mg/100 gr arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kaya (2002), yapmış olduğu çalışmada biberde vitamin C içeriğini 107,60 mg/100 g olarak bulmuştur. Vallejo ve ark., (2002), brokolide yaptıkları çalışma sonucunda en yüksek C vitamini miktarını 117,3 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Vanderslice ve ark., (1990), taze brokolide vitamin C miktarını 89.0 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

4.11.3.2. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen C vitamini miktarına ilişkin sonuçlar

Araştırmalar sonunda brokkoli meyvelerinde ölçülen vitamin C değerleri Tablo 60'da verilmiştir. Denemelerin ilk yılında vitamin C değerleri 75,48 ile 102,85 mg/100g arasında değişirken, ikinci yıl 73,38 ile 98,384 mg/100g, son deneme yılında ise 82,38 ile 105,384 mg/100g arasında değişmiştir.

Denemeleri yürütüldüğü üç yıl boyunca belirlenen vitamin C değerlerine bakıldığında dönemsel olarak su stresi ile birlikte artış meydana gelmiştir. Su stresi ile birlikte vitamin C miktarlarında artış Şener ve Erken, (2004) tarafından biberde yapılan çalışmalarında belirtilmektedir. Başaran (1979), biberde vitamin C içeriğini 83.68 ile 121,78 mg/100 gr arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kaya (2002), yapmış olduğu çalışmada biberde vitamin C içeriğini 107,60 mg/100 g olarak bulmuştur. Vallejo ve ark., (2002), brokkolide yaptıkları çalışma sonucunda en yüksek C vitamini miktarını 117,3

mg/100g olarak belirlemişlerdir. Vanderslice ve ark., (1990), taze brokkolide vitamin C miktarını 89.0 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Tablo 60. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen C vitamini miktarları

Konular	Vitamin C (mg/100g)			Yıl Ortalama
	2008	2009	2010	
%100	75,48	73,383	82,383	79.28
E.V. %80	79,88	73,979	83,979	79.66
E.V. %60	80,54	75,223	83,223	77.54
E.V. %40	76,68	77,977	77,977	81.64
E.V. %20	82,23	81,342	81,342	79.53
Dönem Ortalama	79.83	77.13	81.63	78.61
G.V. %80	77,39	75,223	83,223	78.93
G.V. %60	78,32	75,237	83,237	80.61
G.V. %40	80,95	76,934	83,934	80.91
G.V. %20	82,66	75,037	85,037	79.77
Dönem Ortalama	79.83	75.61	83.86	85.47
Çiç. %80	84,52	82,950	88,950	88.36
Çiç. %60	87,75	85,672	91,672	98.72
Çiç. %40	97,36	94,396	104,396	102.21
Çiç. %20	102,85	98,384	105,384	93.69
Dönem Ortalama	93.12	90.35	97.60	84.33
Genel Ortalama	84.26	81.03	87.70	84.33

4.12. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen doku elektriki iletkenliğine ilişkin bulgular

Araştırma süresince su kısıntısı uygulamaları ile birlikte yaprakların doku iletkenliğinde 2009 araştırma yılında ortaya çıkan değişimler Tablo 61’de, 2010 yılında belirlenen değerler ise Tablo 62’de verilmiştir. Araştırmanın ilk yılında doku iletkenliğine ilişkin incelemeler yapılmadığından, çalışma bulgusu olarak sadece 2009 ve 2010 yıllarına ait sonuçlar mevcuttur.

Araştırma çerçevesinde yürütülen ve dönem içinde farklı stres seviyeleri uygulanan denemede ise, erken vejetatif dönem sonunda, geç vejetatif dönem sonunda ve hasat sonrasında olmak üzere 3 farklı ölçüm yapılmıştır. 2009 yılında elde edilen değerler irdelendiğinde (Tablo 61), her bir gelişme dönemi sonunda tespit edilen elektrikselsel iletkenlik değerlerinin sulama suyu miktarının azalmasıyla artış gösterdiği görülmektedir

Tablo 61. 2009 yılı konular arasında belirlenen doku elektriki iletkenlik değerleri (%)

Konular	Erken vejetatifden Geç vejetetife geçiş (%)	Geç vejetatiften Çiçeklenmeye geçiş (%)	Hasat (%)
% 100	1,72 ± 0,03 Ca	1,58 ± 0,02 Ca	1,87 ± 0,04 Ca
% 80	1,74 ± 0,06 Ca	1,50 ± 0,04 Ca	2,15 ± 0,01 Ca
% 60	1,50 ± 0,01 Cb	1,62 ± 0,05 Cb	2,07 ± 0,06 Cb
% 40	3,60 ± 0,04 Bb	2,46 ± 0,09 Bb	4,49 ± 0,14 Bb
% 20	6,29 ± 0,09 Ab	4,15 ± 0,13 Ab	5,37 ± 0,05 Ab

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

2010 yılında yapılan çalışmada da doku iletkenliğine ilişkin benzer bulgular elde edilmiş ve istatistiki anlamda aynı sınıflar gerçekleşmiştir.

Tablo 62. 2010 yılı konular arasında belirlenen doku elektriki iletkenlik değerleri (%)

Konular	Erken vejetatifden Geç vejetetife geçiş (%)	Geç vejetatiften Çiçeklenmeye geçiş (%)	Hasat (%)
% 100	2,96 ± 0,06 Cb	2,44 ± 0,08 Eb	2,23 ± 0,04 Eb
% 80	3,19 ± 0,22 Cb	3,06 ± 0,03 Db	2,74 ± 0,05 Db
% 60	3,52 ± 0,18 Ca	3,81 ± 0,06 Ca	3,58 ± 0,08 Ca
% 40	6,69 ± 0,08 Ba	6,52 ± 0,10 Ba	6,70 ± 0,03 Ba
% 20	8,05 ± 0,08 Aa	8,56 ± 0,08 Aa	8,30 ± 0,04 Aa

NOT1: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

NOT2: Aynı *su kısıtında* farklı küçük harflerle gösterilen *yıl* ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

4.13. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen bazı fizyolojik değişikliklerin istatistik analizleri

Araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca, hasat sonrasında elde edilen brokolilerde belirlenen karbon (C), kükürt (S), azot (N), glikozinolat, prolin, indirgen ve toplam şeker, vitamin A, vitamin E ve vitamin C miktarları MDS istatistik analiz yöntemine göre birlikte değerlendirilmiştir.

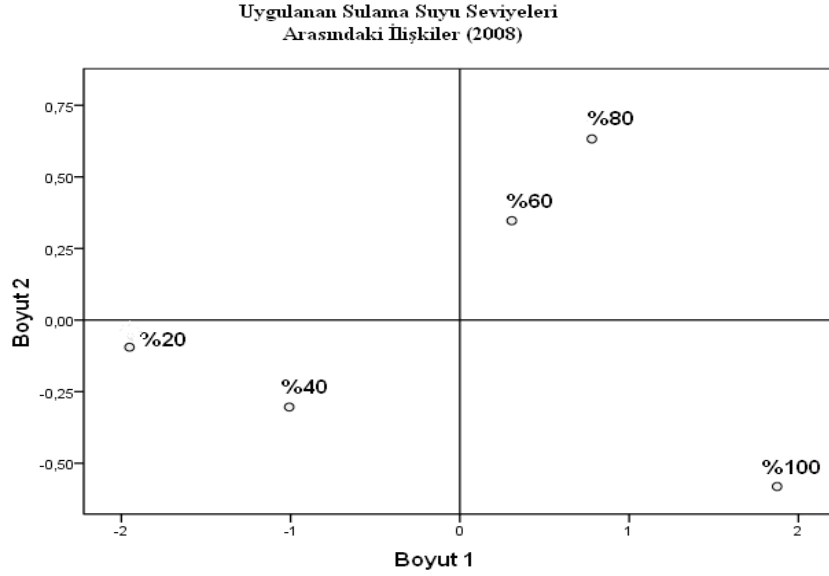
Denemenin yürütüldüğü ilk yıl sonuçlarına göre yapılan MDS değerlendirmeleri doğrusal formla uyumluluk göstermiş ve gözlemsel uzaklıklar ile farklılıkların doğrusal bir ilişki içerisinde olduğu saptanmıştır. 2008, 2009 ve 2010 yıllarında gözlenen uzaklıklarla konfigürasyon uzaklıkları Tablo 63’de görülmektedir.

Tablo 63. Araştırma yıllarında MDS analizi için gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıkları

Konu	Boyut 2008		Boyut 2009		Boyut 2010	
	1	2	1	2	1	2
%100	1,8742	-0,5812	1,6877	-0,2135	1,4308	0,1218
%80	0,7797	0,6325	1,2709	0,0360	1,2384	0,1692
%60	0,3063	0,3471	0,2067	0,2707	0,4621	-0,1961
%40	-1,0084	-0,3037	-1,1820	0,0921	-0,8492	-0,3559
%20	-1,9518	-0,0947	-1,9833	-0,1853	-2,2821	0,2609

Tespit edilen bazı biyokimyasal özellikler bakımından sulama suyu seviyeleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla yapılan çok boyutlu ölçeklendirme analizi (MDS) sonucunda stres katsayıları yıllara göre sırasıyla 0,009, 0,003 ve 0,001 olarak belirlenmiştir. Ayrıca yıllara göre R^2 değerleri ise üç deneme yılı boyunca %99 olarak belirlenmiştir. Bu durum söz konusu özellikler bakımından sulama suyu seviyeleri arasındaki ilişkilerin araştırılmasında MDS yönteminin rahatlıkla yararlanılabileceğinin bir göstergesidir.

Yapılan MDS analizi sonucunda 2008 yılında %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konularının benzer bir yapı sergiledikleri görülmektedir. Benzer şekilde %40 ve %20 sulama suyu uygulanan deneme konuları da söz konusu özellikler bakımından benzer bir yapı göstermiştir (Şekil 7).



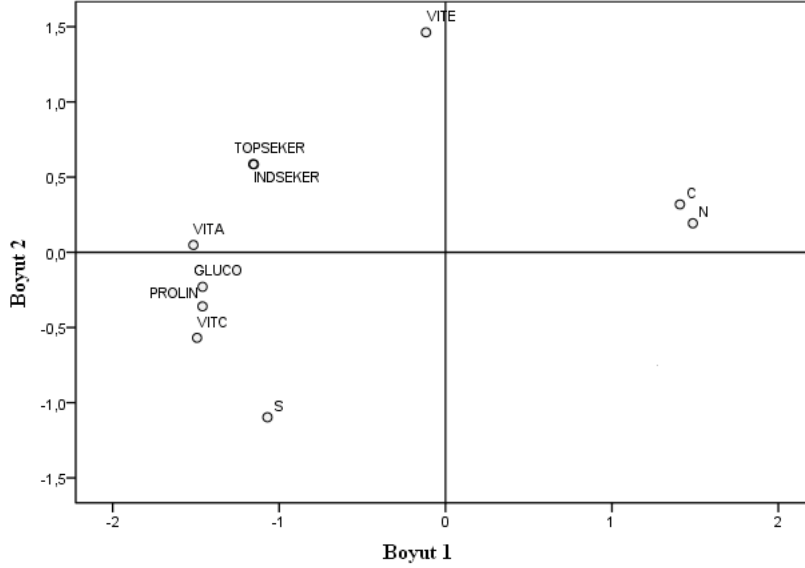
Şekil 7. 2008 yılında bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi.

Üç yıllık deneme sonuçlarına göre belirlenen bazı biyokimyasal parametrelerin gözlenen uzaklıklarla konfigürasyon uzaklıkları Tablo 64’de görülmektedir.

Tablo 64. Sulama suyu uygulamalarına göre bazı biyokimyasal parametrelerin gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları

Parametre	Boyut 2008		Boyut 2009		Boyut 2010	
	1	2	1	2	1	2
N	1,4863	0,1931	-1,6289	-0,0996	1,8458	-,7231
C	1,4087	0,3187	0,6469	-1,1252	-,0951	1,0708
S	-1,0703	-1,0968	-1,6175	-0,2590	1,8103	-,9245
GLİKOZİNOLAT	-1,4600	-0,2294	1,2263	0,2115	-1,2538	-,0254
PROLIN	-1,4605	-0,3597	1,2706	-0,0354	-1,2199	-,0825
INDSEKER	-1,1564	0,5862	1,2524	0,1665	-,3128	,9416
TOPSEKER	-1,1511	0,5852	1,2284	0,2106	-,5869	,6266
VITA	-1,5150	0,0483	-1,2627	0,7291	-1,3222	-,2921
VITE	-0,1172	1,4624	0,9957	-0,7784	-1,2404	-1,0951
VITC	-1,4933	-0,5687	1,2896	-,1832	-1,3779	-,6106

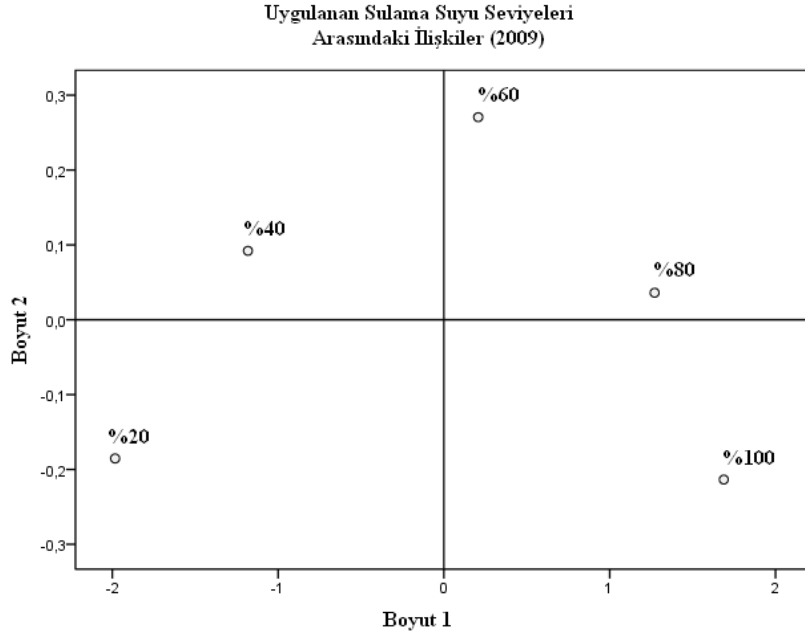
2008 yılında sulama suyu farklılıklarına karşı yapılan biyokimyasal ölçümler arasındaki değişimler Şekil 8’de, 2009 yılı sonuçları Şekil 10’da ve 2010 yılı sonuçları ise Şekil 12’de verilmiştir. Biyokimyasal parametrelerin çok boyutlu ölçeklendirme analizi sonucunda stres katsayıları yıllara göre sırasıyla 0,114, 0,107 ve 0,122 olarak belirlenirken R^2 değerleri ise yıllara göre sırasıyla %94, %96 ve %95 bulunmuştur.



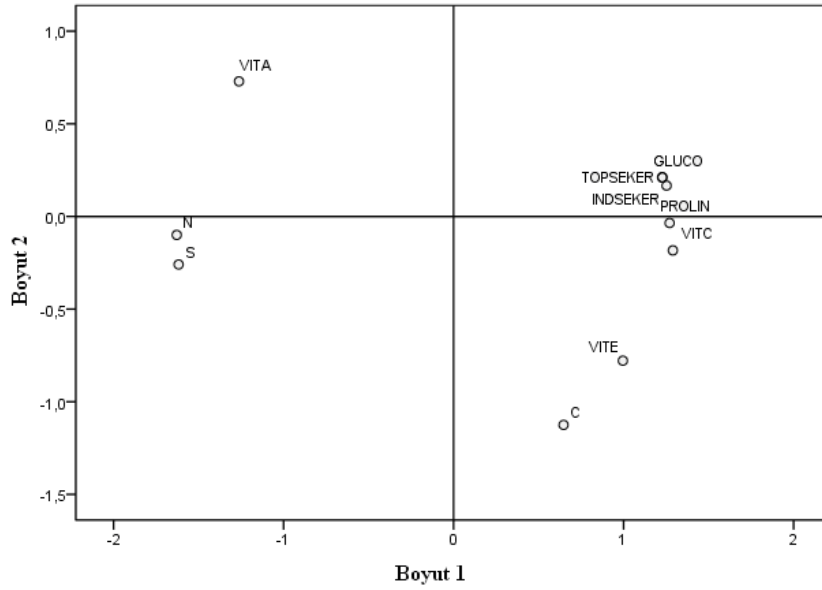
Şekil 8. 2008 yılı biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri.

Şekil 8’den görüleceği üzere 2008 yılı toplam ve indirgen şeker, vitamin A ve vitamin E değerlerinin sulama suyu farklılığına göre benzer değişimler gösterdiği tespit edilmiştir. Değerlendirilen diğer parametrelerden glikozinolat, prolin, vitamin C ve kükürt (S) miktarları arasındaki değişimlerin benzerliği gözlenmiştir. Son MDS bölgesinde ise Karbon (C) ve Azot (N) miktarlarındaki değişimler benzer şekilde meydana gelmiştir.

İstatistiksel (MDS) değerlendirmeler sonucunda 2009 yılında uygulanan sulama suyu miktarlarındaki değişimler ilk yıl sonuçlarına göre paralellik göstermiştir (Şekil 9). %100 sulama suyu uygulanan kontrol konusu dışında kalan diğer uygulamalar, belirlenen özellikler bakımından farklı bulunmuştur. %80 ve %60 sulama suyu uygulanan deneme konuları benzer bir yapı göstermektedir. İlk deneme yılı sonuçlarından farklı olarak %40 ve %20 sulama suyu uygulanan konular arasındaki farklılıklar ayrı ayrı MDS grupları oluşturmuştur.



Şekil 9. 2009 yılında bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi.

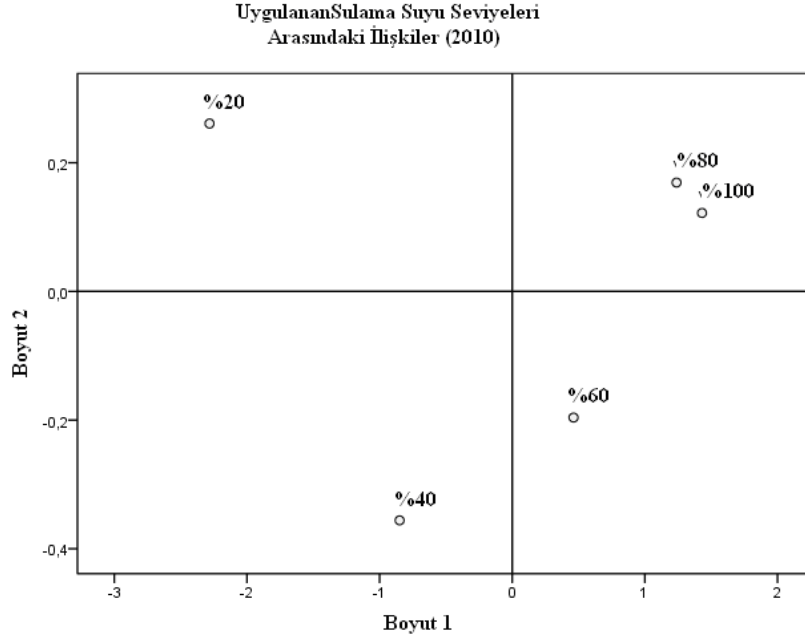


Şekil 10. 2009 yılı biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri.

Şekil 10'a göre vitamin A diğer parametrelerden farklı MDS grubunda yer almıştır. Ayrıca kükürt (S) miktarının ayrı bir grupta olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir grupta ise vitamin E, Karbon (C) miktarlarındaki değişimler yer almıştır. 2009 yılında belirlenen toplam ve indirgen şeker, glikozinolat ve prolin miktarlarındaki değişimler son MDS grubunu oluşturmuştur.

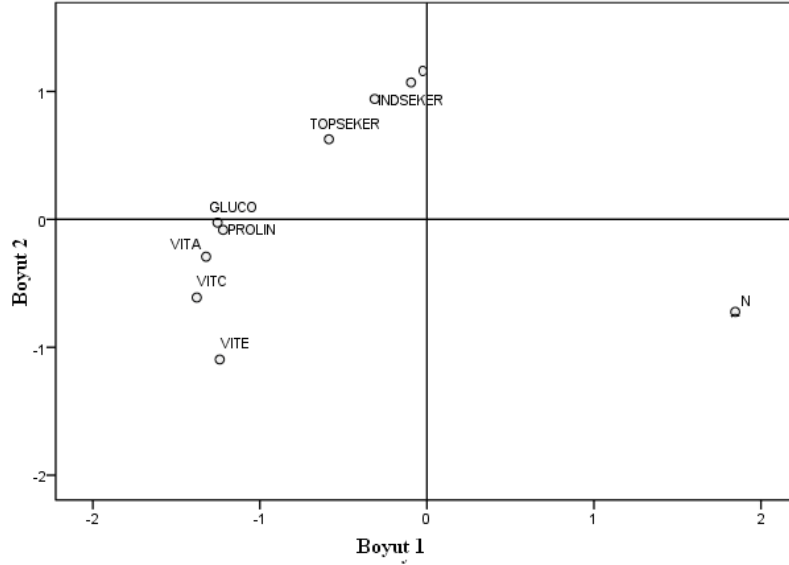
Denemenin son tekrar yılında uygulanan sulama suyu seviyelerinden %80 sulama suyu uygulaması ile kontrol konusu arasında fark bulunmamıştır. Bu durum diğer iki yıl ile

farklılık göstermiştir. Diğer sulama suyu uygulamalarından %60, %40 ve %20 sulama suyu miktarları arasındaki farklar açıkça görülmektedir (Şekil 11). Her bir sulama suyu uygulaması farklı bölgelerde yer alarak birbirlerinden farklı sonuçlar ortaya koymuştur.



Şekil 11. 2010 yılında bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi.

Araştırmanın son tekrar yılında karbon (C), indirgen ve toplam şeker miktarlarındaki değişimler benzer olarak tespit edilmiştir. Glikosinolat, prolin, vitamin A, vitamin E ve vitamin C miktarlarındaki değişimler de diğer MDS grubunu oluşturmuştur. Kükürt (S), ve Azot (N) miktarlarındaki değişimler aynı grupta yer alarak üçüncü MDS grubu olarak belirlenirken; son MDS bölgesinde hiçbir parametre yer almamıştır (Şekil 12).



Şekil 12. 2010 yılı biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri.

4.14. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen bazı fizyolojik değişikliklerin istatistik analizleri

Deneme süresince her yıl dönemsel olarak farklı miktarlarda uygulanan sulama suyu uygulamalarına göre analizler sonucunda belirlenen karbon (C), kükürt (S), azot (N), glikozinolat, prolin, indirgen ve toplam şeker, vitamin A, vitamin E ve vitamin C miktarları MDS istatistik analiz yöntemi ile birlikte değerlendirilmiştir.

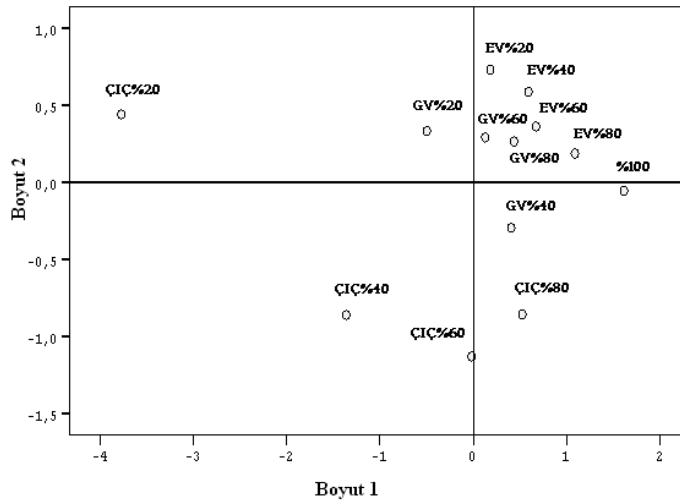
Araştırmanın yürütüldüğü yıllar sonunda belirlenen sonuçlara göre gelişme dönemlerine göre uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyu seviyelerinin değerlendirilmesi sonucunda gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıkları Tablo 65’de verilmiştir.

Uygulanan sulama suyu seviyelerindeki değişimlere göre bazı biyokimyasal parametreler arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan MDS analizi sonuçlarına göre yıllara göre stres katsayısı sırasıyla 0,041, 0,0082 ve 0,056 olarak bulunurken; R^2 değerleri deneme yılları boyunca 0,99 olarak belirlenmiştir. Belirlenen stres katsayısı ve R^2 değerlerine göre sulama seviyeleri arasındaki farklılıkların MDS analizi ile doğru sonuçlar ortaya koyduğu söylenebilir.

Tablo 65. Dönemsel su kısıntıları ile bazı biyokimyasal özelliklerin gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları

Konu	Boyut 2008		Boyut 2009		Boyut 2010	
	1	2	1	2	1	2
%100	1,6166	-0,0550	1,5556	-0,1014	1,3683	-0,2309
E.V. %80	1,0917	0,1866	0,6714	0,3701	1,0501	-0,1790
E.V. %60	0,6729	0,3619	0,5565	0,3954	0,8433	0,0252
E.V. %40	0,5924	0,5854	0,0282	0,5822	0,9926	0,4998
E.V. %20	0,1832	0,7304	-0,6010	0,5389	0,6478	0,4910
G.V. %80	0,4370	0,2644	1,0723	-0,0628	0,8391	-0,1759
G.V. %60	0,1277	0,2912	0,7439	-0,2055	0,5743	-0,0974
G.V. %40	0,4073	-0,2946	0,1507	-0,1876	0,2877	0,0975
G.V. %20	0-,4965	0,3328	-0,2688	0,4168	-0,7547	0,6413
Çiç. %80	0,5258	-0,8552	1,0100	-0,4180	0,5296	-0,6429
Çiç. %60	-0,0191	-1,1286	0,1495	-0,5841	-0,6640	-0,1159
Çiç. %40	-1,3616	-0,8602	-1,0422	-0,7846	-2,3354	-0,3983
Çiç. %20	-3,7775	0,4409	-4,0261	0,0406	-3,3788	0,0854

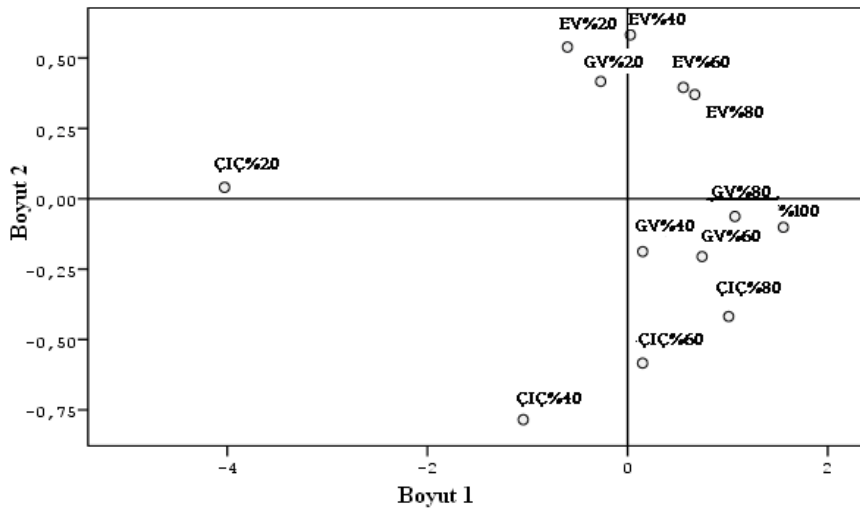
Araştırmanın ilk yıl sonuçlarına göre sulama suyu seviyeleri arasındaki farklılıkların görülebileceği MDS analiz sonuçları Şekil 13’de verilmiştir.

**Şekil 13.** 2008 yılı farklı gelişme dönemleri sonunda bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi.

Araştırmanın ilk yılı erken vejetatif dönemde uygulanan sulama suyu farklılıklarına göre %100 sulama suyu uygulanan kontrol konusu diğer sulama uygulamalarından farklılık göstermemiştir. Erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarının tümü %100 kontrol konusu ile aynı MDS grubunda olduğu belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yılında dönemsel olarak sulama uygulamalarının farklılıklarının tespit edilmesi için yapılan MDS analiz sonuçları Şekil 14’de verilmiştir.

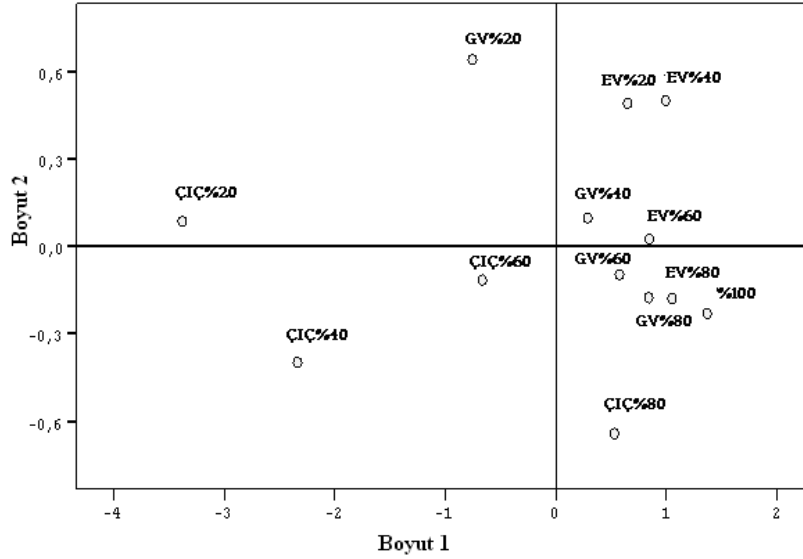
İkinci yılda dönemsel olarak uygulanan sulama suyu uygulamaları ile belirlenen biyokimyasal parametreler değerlendirilerek yapılan MDS analiz sonuçlarına göre erken vejetatif dönemde uygulanan %80, %60 ve %40 sulama suyu uygulamaları ile geç vejetatif dönemde uygulanan %80 sulama suyu uygulamaları birbirleriyle benzerlik göstermiştir. Ayrıca geç vejetatif dönem %60 ve %40 sulama suyu uygulamaları ile çiçeklenme döneminde tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %80 ve %60’ının uygulandığı deneme konular arasında benzer özellikler tespit edilmiştir. Erken vejetatif dönemde uygulanan %20 sulama suyu uygulaması ile geç vejetatif dönemde uygulanan %20 sulama suyu uygulamaları aynı MDS grubunda yer almıştır. Son MDS grubunda ise Çiçeklenme döneminde uygulanan %20 ve %40 sulama suyu uygulamaları benzerlik göstermiştir.



Şekil 14. 2009 yılı farklı gelişme dönemleri sonunda bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi.

Araştırmanın son tekrar yılında dönemsel olarak uygulanan sulama suyu farklılıkları Şekil 10’da verilmiştir. 2010 yılında tanık konu ile erken vejetatif dönem %80 uygulaması, geç vejetatif dönem %80 ve %60 sulama suyu uygulaması ve çiçeklenme dönemi %80 sulama suyu uygulamaları aynı grupta yer almıştır. Diğer bir grupta ise erken vejetatif dönem %60, %40 ve %20 sulama suyu uygulaması ile geç vejetatif dönem %40 sulama

suyu uygulamaları benzer özellik göstermişlerdir. Çiçeklenme dönemi %60 ve %40 sulama suyu uygulamaları da aynı MDS grubunda yer almıştır. Son grupta ise geç vejetatif dönem %20 sulama suyu uygulaması ile çiçeklenme dönemi %20 sulama suyu uygulamaları tespit edilen biyokimyasal özellikler bakımından benzerlik göstermiştir.



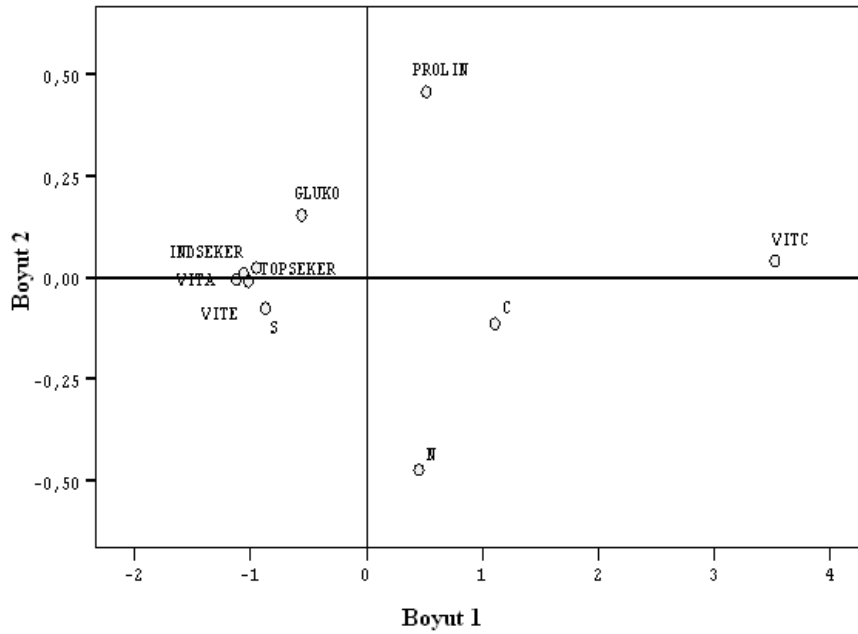
Şekil 15. 2010 yılı farklı gelişme dönemleri sonunda bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi.

Yıllara göre belirlenen deneme sonuçlarına göre bazı biyokimyasal parametrelerin gözlenen uzaklıklarla konfigürasyon uzaklıkları Tablo 66’da görülmektedir.

Denemenin yürütüldüğü ilk yıl sonuçlarına göre glikozinolat, indirgen ve toplam şeker miktarları ve vitamin A arasındaki değişimler benzerlik göstermiştir. Dönemlere göre belirlenen bazı biyokimyasal parametrelerden vitamin E ve kükürt (S) miktarları farklı MDS grubunda yer almıştır. Ayrıca prolin miktarları ve vitamin C benzerlik gösterirken; karbon (C) ve azot (N) içerikleri bakımında aynı grupta yer almıştır (Şekil 16).

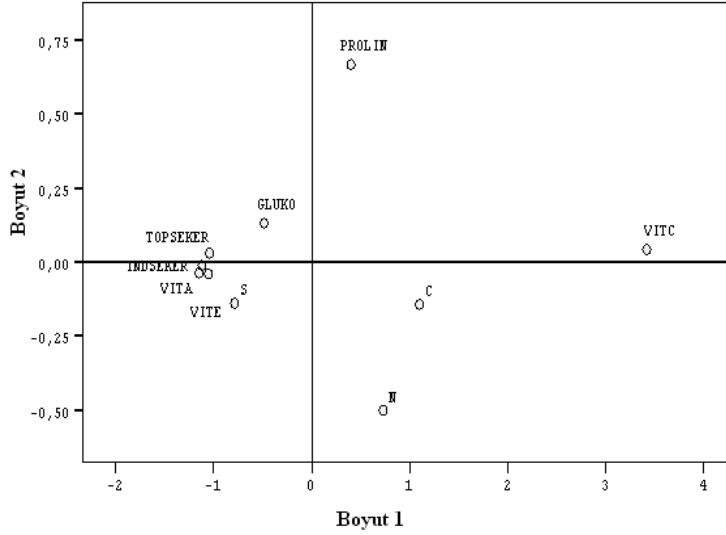
Tablo 66. Yıllara göre bazı biyokimyasal parametreler arasındaki gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları

Parametre	Boyut 2008		Boyut 2009		Boyut 2010	
	1	2	1	2	1	2
N	0,4508	-0,4748	0,7290	-0,5014	0,1489	-0,3553
C	1,1075	-0,1150	1,0990	-0,1434	1,0595	-0,1470
S	-0,8738	-0,0766	-0,7892	-0,1395	-0,7933	-0,0832
GLİKOZİNOLAT	-0,5615	0,1529	-0,4871	0,1314	-0,4067	0,1595
PROLIN	0,5148	0,4563	0,4009	0,6676	0,4244	0,4072
INDSEKER	-1,0621	0,0092	-1,1210	-0,0114	-1,0296	-0,0143
TOPSEKER	-0,9523	0,0233	-1,0449	0,0304	-0,9401	0,0426
VITA	-1,1249	-0,0056	-1,1511	-0,0359	-1,1070	-0,0130
VITE	-1,0207	-0,0098	-1,0551	-0,0401	-1,0092	-0,0072
VITC	3,5222	0,0401	3,4195	0,0423	3,6530	0,0105

**Şekil 16.** 2008 yılı dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri.

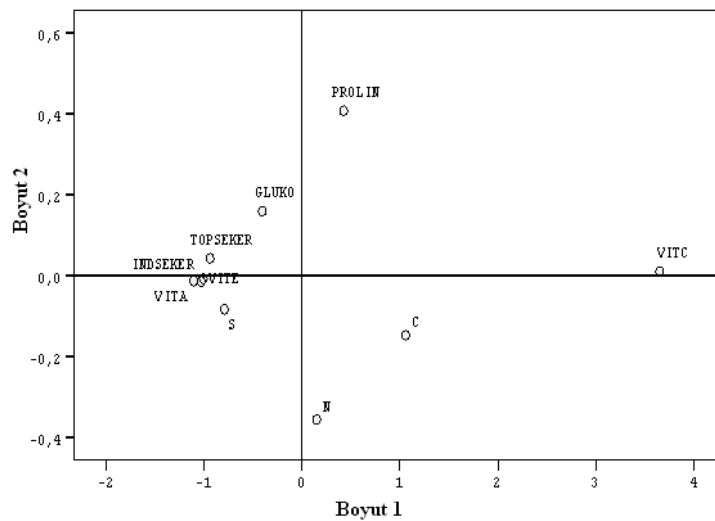
Araştırmanın ikinci yılı 2009’da ise sulama suyu seviyelerindeki değişimlerle birlikte bazı biyokimyasal parametrelerin değişimlerinin belirlendiği MDS değerlendirmeleri Şekil 17’de verilmiştir.

Yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda ikinci yıl belirlenen biyokimyasal parametreler ile ilk yıl sonuçları benzer özellikler göstermiştir. İlk yıl olduğu gibi tüm parametreler birbirleri ile uyum içinde yer almıştır.



Şekil 17. 2009 yılı dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri.

Denemelerin tekrar edildiği son yılda (2010), yapılan MDS değerlendirmeleri Şekil 18’de görülmektedir.



Şekil 18. 2010 yılı dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri

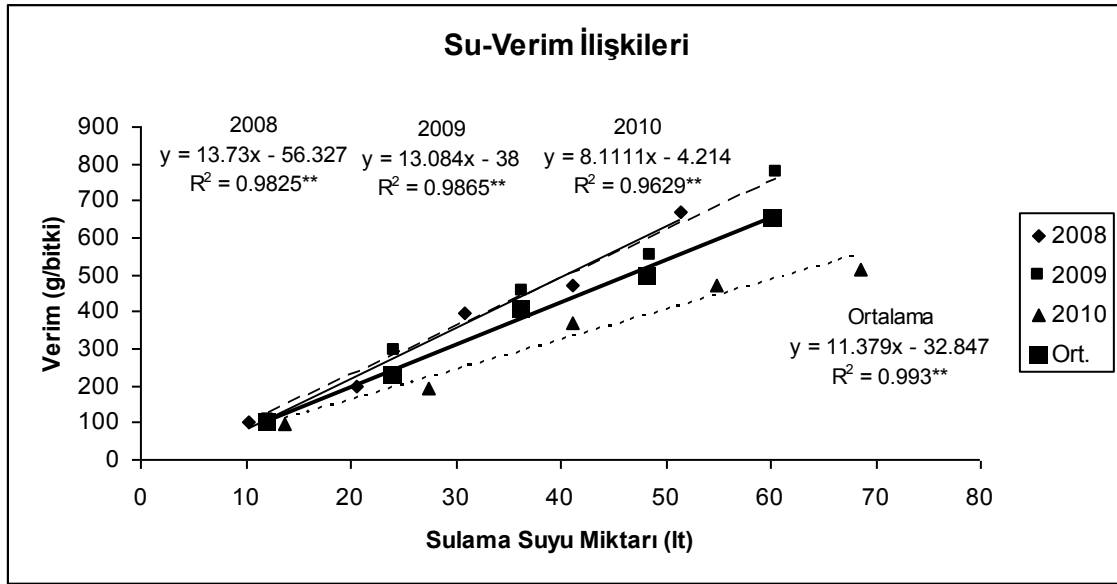
Son tekrar yılında yine diğer yıllarda olduğu gibi glikozinolat, indirgen ve toplam şeker miktarları aynı MDS bölgesinde yer almışlardır. Diğer bir grubunda ise vitamin E ve A ile kükürt miktarlarındaki değişimler arasındaki ilişkilerin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer yıllarda olduğu gibi prolin ve vitamin C miktarları aynı bölgede yer alırken; sulama suyu miktarlarındaki değişimler ile birlikte karbon (C) ve azot (N) miktarlarındaki farklılıklar da benzerlik göstermiştir.

4.15. Araştırma konularından elde edilen bazı parametrelerin birbirleri ile ilişkileri

4.15.1. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu-verim ilişkileri

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları Tablo 13’de, elde edilen verim değerleri ise Tablo 15’de verilmiştir. Su kısıntısı uygulamalarına başlanmadan önce saksılardaki fide tutumunun gerçekleşebilmesi için tüm deneme konularına yıllara göre sırasıyla 7,20, 8,60 ve 10,50 lt sulama suyu eşit olarak uygulanmıştır. Araştırmanın yürütüleceği tüm saksılarda fide tutumu sağlandıktan sonra su kısıntısı uygulamalarına başlanmıştır. Yıllara göre en yüksek sulama suyu miktarı %100 sulama suyu uygulanan deneme konularından, en düşük sulama suyu ise saksılardaki toplam nem kapasitesinin %20’sinin uygulandığı deneme konularında belirlenmiştir. Ülkemizde farklı bitkilerde mevsimlik bitki su tüketiminin ve sulama suyu ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik birçok araştırma yapılmıştır ve sulama suyu miktarı ile verim değerleri arasında doğru orantılı değişimler olduğu belirlenmiştir (Şehirali ve ark., 2005, Yıldırım ve ark., 1994, Kadayıfçı ve Yıldırım, 2000, Ertek ve Kanber, 2000, Şimşek ve ark., 2005, Şimşek ve Gerçek, 2005, Gençoğlan ve Yaşar, 1999, Çakır, 1999, Çakır, 2004, Çakır ve Çebi, 2010, Oktem ve ark., 2003).

Çanakkale koşullarında brokoli bitkisi ile yapılan çalışmalardan 3 yıl süresince elde edilen verim değerleri ile uygulanan sulama suyu miktarları karşılıklı olarak değerlendirilerek su-verim ilişkileri irdelenmiştir. Yıllara göre yapılan değerlendirmelerde denemelerin yürütüldüğü yıllar ve üç yıl ortalamasına ait verim ve uygulanan sulama suyu miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 19’da görülmektedir.



Şekil 19. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama su-verim ilişkileri

Yapılan regresyon analizleri sonucunda araştırmanın yürütüldüğü yıllara ve üç yıl ortalama verim ve sulama suyu miktarlarına ilişkin olarak elde edilen su-verim ilişkilerini gösteren denklem ve katsayılar Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	A	b	p
2008	0,982548	0,991236	13,73013	-56,327	0,0009836
2009	0,986486	0,99322	13,08416	-38	0,0006695
2010	0,962851	0,98125	8,111127	-4,214	0,0030734
Ortalama	0,993015	0,996501	11,37879	-32,847	0,0002483

Yıllara göre belirlenen R^2 ve r değerlerinden yararlanarak yapılan güvenilirlik testleri sonucunda belirlenen p değerleri 0,003734 ile 0,0002483 arasında değişmiştir. Tüm deneme yıllarında ve ortalamalarında bulunan p değerlerinin tamamı %95 güvenle kullanılabileceği görülmektedir.

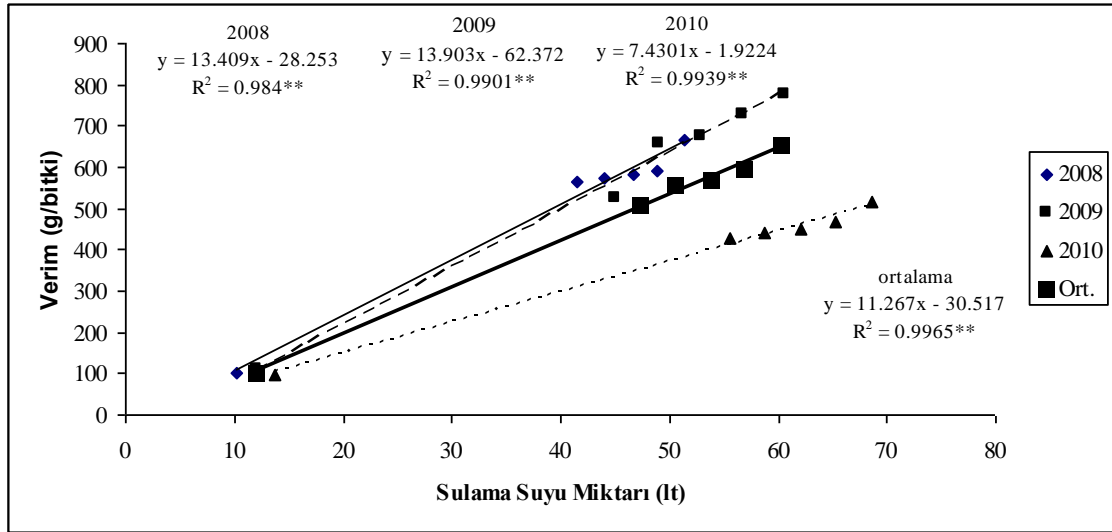
4.15.2. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu-verim ilişkileri

Erken vejetatif, geç vejetatif ve çiçeklenme dönemleri için sulama suyu ile verim arasındaki ilişkiler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.15.2.1. Erken vejetatif dönem

Her deneme yılının erken vejetatif dönemi süresince uygulanan sulama suyunda farklı oranlarda kısıntı uygulamaları ile bu uygulamaları içeren konulardan elde edilen verimler karşılıklı olarak değerlendirilmiş ve elde edilen regresyon ilişkileri Şekil 20’de gösterilmiştir.

Her bir deneme yılı sonunda elde edilen veriler ile yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre belirlenen denklem katsayılar ile R^2 ve r değerleri, aynı zamanda p önemlilik faktörü değerleri Tablo 68’de verilmiştir.



Şekil 20. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-verim ilişkileri.

Regresyon analiz sonuçlarına göre yıllara göre p değerleri sırasıyla 0,000096, 0,009790 ve 0,000013 bulunmuştur. Üç yıl boyunca elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde ise p değeri 0,000004 olarak belirlenmiştir.

Yapılan regresyon analizleri sonucunda p değerlerine göre erken vejetatif dönemde sulama suyu ile verim arasındaki ilişkilerin %99 güvenle kullanılabileceği görülmektedir.

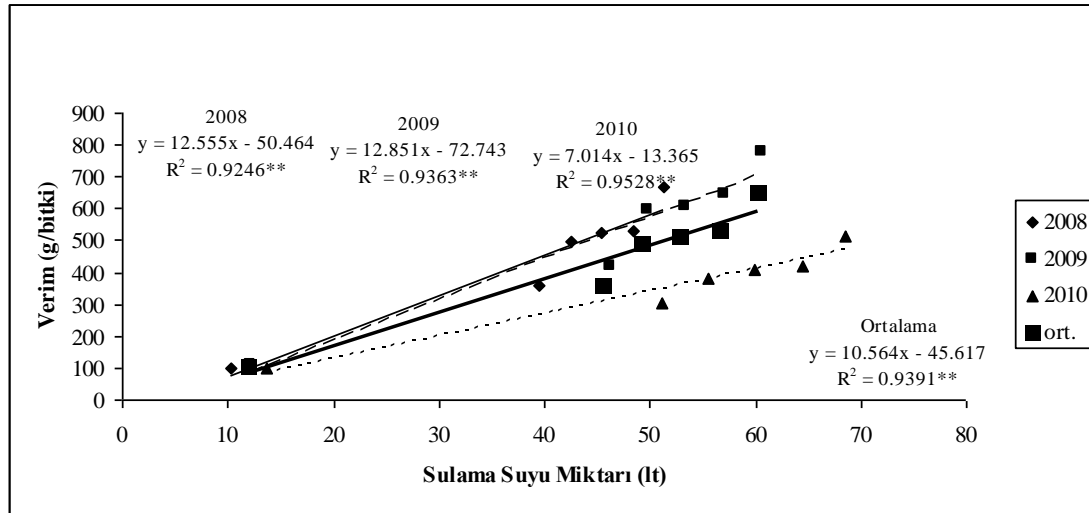
Tablo 68. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,984022	0,991979	13,4086	-28,2525	0,000096
2009	0,920286	0,959315	14,75903	-108,256	0,009790
2010	0,993907	0,996949	7,430099	-1,92245	0,000013
Ortalama	0,996502	0,998249	11,26663	-30,5172	0,000004

4.15.2.2. Geç vejetatif dönem

Sulama suyu kısıntıları ile verim arasındaki ilişkilerin değerlendirildiği diğer bir gelişme dönemi ise geç vejetatif dönemdir. Bu dönemde uygulanan sulama suyu miktarları ile verim arasında yapılan regresyon analizleri Şekil 21’de verilmiştir. Bu ilişkilere ait denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p değerleri ise Tablo 69’da görülmektedir.

Yıllara göre sırasıyla 0,924608, 0,936269 ve 0,952753 R^2 değerleri belirlenirken; üç yılın sonuçları birlikte değerlendirildiğinde 0,939147 R^2 değeri belirlenmiştir. Erken vejetatif dönemde olduğu gibi bu dönemde de sulama suyu miktarları ile verim değerleri arasında kuvvetli ilişkiler mevcuttur.



Şekil 21. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-verim ilişkileri.

Tablo 69’dan görüleceği üzere regresyon analizleri sonucunda p değerleri sırasıyla 0,002187, 0,001556, 0,000850 ve 0,001417 olarak bulunmuştur. Bu değerler geç vejetatif

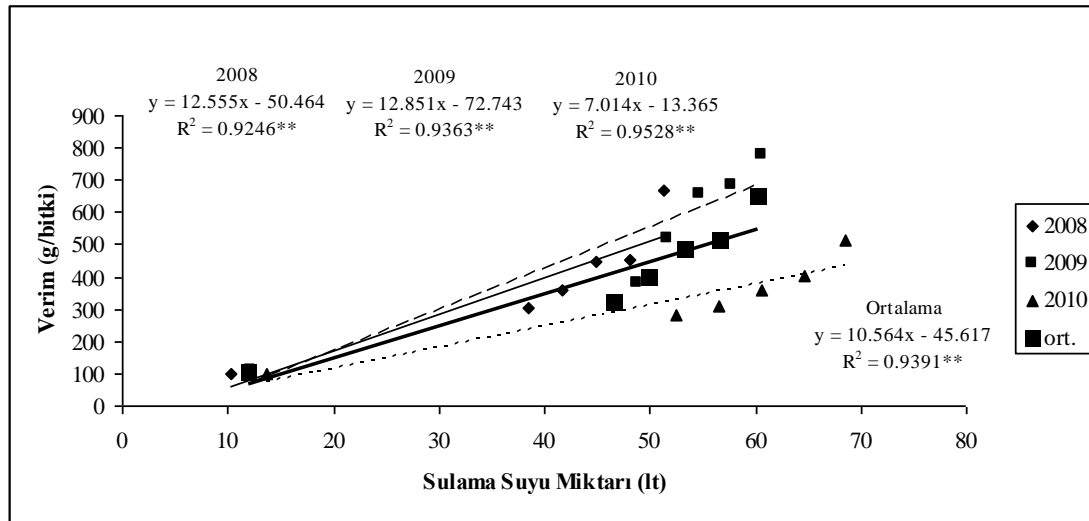
dönemde uygulanan su kısıntıları ile verim arasındaki ilişkilerin %99 güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 69. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,924608	0,961565	12,55488	-50,4643	0,002187
2009	0,936269	0,96761	12,85134	-72,7428	0,001556
2010	0,952753	0,976091	7,013983	-13,3651	0,000850
Ortalama	0,939147	0,969096	10,56398	-45,6169	0,001417

4.15.2.2. Çiçeklenme dönemi

Farklı miktarlarda su kısıntıları uygulanan son dönem çiçeklenme dönemidir. Bu dönemde de tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarında %80, %60, %40 ve %20 oranlarında su kısıntısı uygulanmıştır. Su kısıntısı uygulamaları sonucunda elde edilen verim değerleri ile çiçeklenme döneminde uygulanan sulama suyu miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 22’de verilmiştir. Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre belirlenen denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p önemlilik değerleri ise Tablo 70’de yer almıştır.



Şekil 22. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-verim ilişkileri.

Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre belirlenen denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p önemlilik değerleri de Tablo 70’de görülmektedir.

Belirlenen R^2 ve r değerleri kullanılarak yapılan güven testi sonuçlarına bakıldığında p değerleri yıllara göre sırasıyla 0,014065, 0,007215, 0,005698 ve 0,006659 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler çiçeklenme döneminde farklı seviyelerde uygulanan sulama suyu miktarları ile verim arasındaki ilişkilerde regresyon denkleminin güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

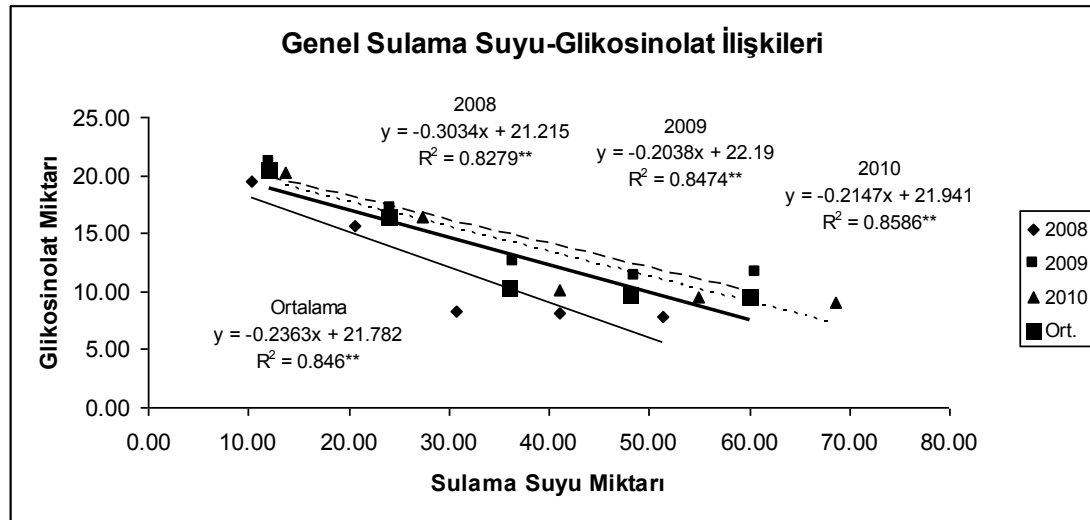
Tablo 70. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,812769	0,901537	11,38735	-57,8949	0,014065
2009	0,864557	0,929816	12,76046	-85,9527	0,007215
2010	0,879309	0,937715	6,534069	-17,2679	0,005698
Ortalama	0,869758	0,932608	10,02776	-54,0291	0,006659

4.15.3. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu – glikozinolat ilişkisi

Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait sulama suyu miktarları Tablo 13’de, glikozinolat miktarları ise Tablo 46’da görülmektedir. Uygulanan sulama suyu miktarları ile analizler sonucu belirlenen glikozinolat değerleri ile arasındaki ilişkiler Şekil 23’de gösterilmiştir.

Araştırmalar sonunda uygulanan sulama suyu miktarları ile glikozinolatlar arasında ters orantılı ilişkiler tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile sulama suyu miktarının azalması veya bitkilere yaşatılan su stresinin seviyesinin artışı ile birlikte bitkinin büyümesi ve gelişmesi esnasında sentezlenen sekonder metabolitlerden birisi olan toplam glikozinolat miktarının arttığı görülmüştür.



Şekil 23. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama sulama suyu miktarı-glikozinolat ilişkileri

Denemelerin yürütüldüğü yıllara ve üç yıl ortalama değerlerine göre sulama suyu miktarı ile glikozinolatlar arasındaki ilişkilerin belirlendiği denklem katsayıları, R^2 değeri ve p değerleri Tablo 71’de görülmektedir.

Tablo 71. Sulama suyu miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	R	A	b	p
2008	0,827899	0,90989	21,215	-0,30337	0,0320285
2009	0,84743	0,920559	22,19	-0,2038	0,0265554
2010	0,858643	0,92663	21,941	-0,21474	0,0235925
Ortalama	0,670965	0,819124	20,88855	-0,21153	0,0001870

Araştırma sonuçlarına göre belirlenen R^2 ve r değerlerinden yararlanarak gerçekleştirilen güvenilirlik testleri sonucunda bulunan p değerleri 0,0320285 ile 0,0001870 arasında değişmiştir. Güven testi sonucunda sulama suyu miktarları ile glikozinolatlar arasındaki ilişkilerin %95 oranında doğru sonuçlar vereceği görülmektedir.

Kuraklık sırasında, yaprakların turgorunu kaybettiği zaman düşük su potansiyeli altında birincil metabolizma ürünleri sınırlı iken ikincil metabolizma ürünleri ve glikozinolatların arttığı daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Stroaher ve ark., 1995; Jensen ve ark., 1996). Yapılan su kısıntısı uygulamaları ile ikincil metabolitler

arasında yer alan glikozinolatların artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Başka bir ifade ile su kısıntısına uğrayan brokoli taçlarında glikozinolat birikiminin arttığı belirlenmiştir.

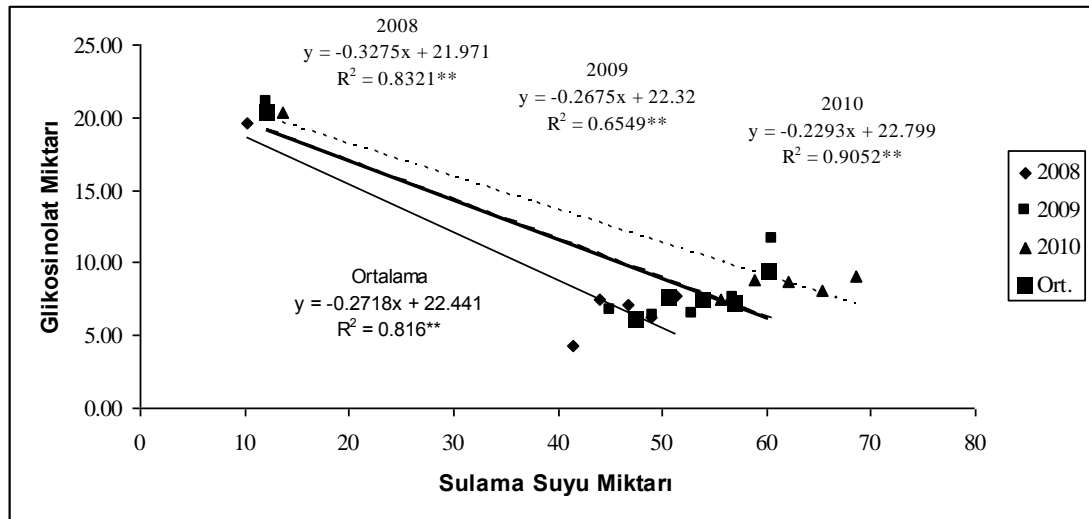
4.15.4. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu – glikozinolat ilişkisi

4.15.4.1. Erken vejetatif dönem

Yetiştirme mevsimi süresince uygulanan sulama suyu miktarı ile glikozinolatlar arasındaki ilişkiler Bölüm 4.12.3’de tartışılmıştır. Erken vejetatif dönemde farklı miktarlarda uygulanan su kısıntıları ile glikozinolatlar arasındaki ilişkiler ise Şekil 24’de gösterilmiştir.

Yıllara göre erken vejetatif dönemde su kısıntısı uygulanarak elde edilen brokolilerde yapılan glikozinolat miktarları arasındaki regresyon analizleri sonucunda belirlenen denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p önemlilik faktörleri Tablo 72’de verilmiştir.

Regresyon analizleri sonucunda erken vejetatif dönemde R^2 değerleri 0,654868 ile 0,905243 arasında değişmiştir. Bu değerler ile yapılan güven testi sonuçlarına göre sadece 2009 yılında $p=0,051113$ değeri güven sınırının biraz üzerinde çıkmasına rağmen; diğer yıllar ve üç yıllık değerlerin birlikte değerlendirilmesi ile 0,003479 ile 0,013559 arasında değişen değerler belirlenmiştir.



Şekil 24. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-glikozinolat ilişkileri.

Erken vejetatif dönem su kısıntısı uygulamaları ile glikozinolatlar arasındaki regresyon analiz sonuçlarında belirlenen p değerlerine göre 2009 yılı dışında diğer yıllarda %95 güvenle kullanılabileceği görülmektedir.

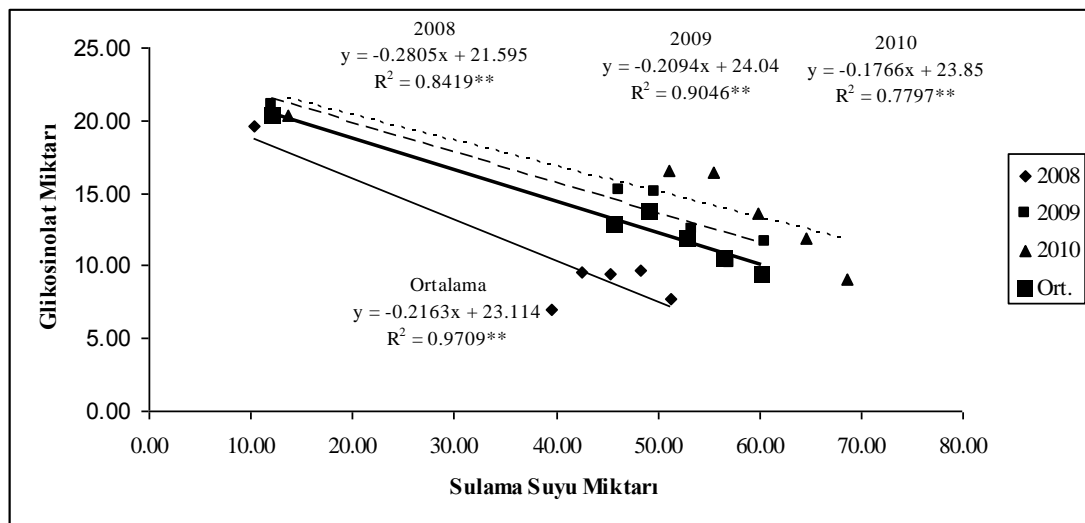
Tablo 72. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,832121	0,912207	-0,32755	21,97086	0,011223
2009	0,654868	0,809239	-0,26748	22,32002	0,051113
2010	0,905243	0,951443	-0,2293	22,7993	0,003479
Ortalama	0,816049	0,903354	-0,27176	22,44138	0,013559

4.15.4.2. Geç vejetatif dönem

Geç vejetatif dönemde uygulanan farklı miktarlardaki sulamalarla brokolilerden elde edilen glikozinolat içerikleri arasındaki ilişkiler Şekil 25’de görülmektedir. Yapılan regresyon analizi sonucunda belirlenen denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p önemlilik katsayıları Tablo 73’de verilmiştir.

Belirlenen R^2 değerleri geç vejetatif dönemde 0,779742 ile 0,970938 arasında değişmiştir. Belirlenen R^2 değerleri ve r değerleri kullanılarak yapılan güven testleri sonucunda denemelerin yürütüldüğü tüm yıllarda elde edilen p değerlerinin 0,05 oranından daha düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 25. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-glikozinolat ilişkileri.

Yıllara göre güven testi sonunda sırasıyla 0,009919, 0,003525, 0,019722 ve 0,000319 p değerleri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerlere göre geç vejetatif dönem uygulamaları sonunda sulama suyu miktarları ile glikozinolatlar arasındaki ilişkilerin doğru sonuçlar vereceğinin bir göstergesidir.

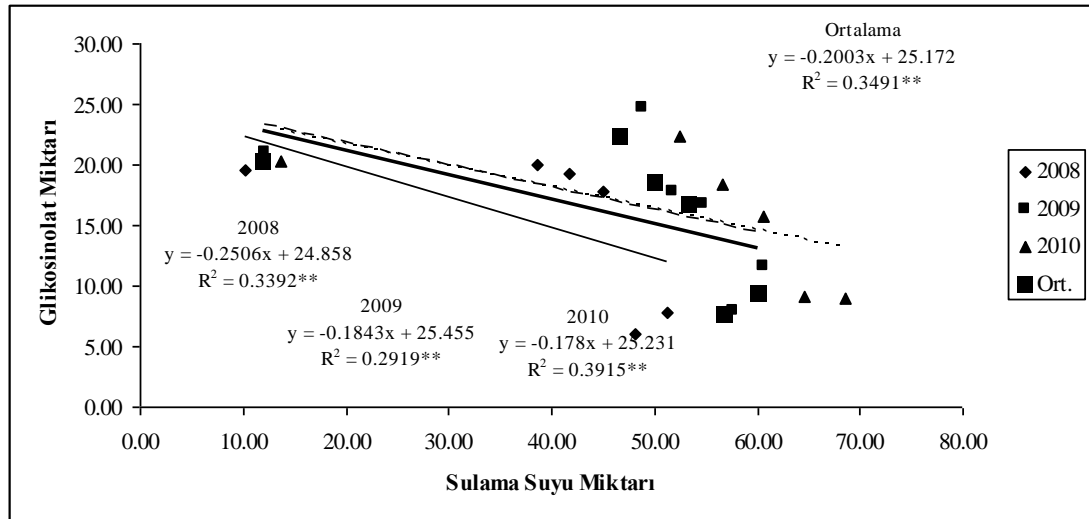
Tablo 73. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,841875	0,917538	-0,28047	21,59494	0,009919
2009	0,904625	0,951118	-0,20937	24,03982	0,003525
2010	0,779742	0,88303	-0,17663	23,85006	0,019722
Ortalama	0,970938	0,985362	-0,21632	23,11436	0,000319

4.15.4.2. Çiçeklenme dönemi

Denemelere konu olan son gelişme dönemi çiçeklenmede farklı seviyelerde uygulanan sulama suyu uygulamaları ile glikozinolat miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 26'da verilmiştir.

Çiçeklenme dönemi sonuçlarına göre belirlenen R^2 değerleri yıllara göre sırasıyla 0,339231, 0,291921, 0,391534 ve 0,349104 oranları ile düşük oranlarda ilişkiler tespit edilmiştir.



Şekil 26. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-glikozinolat ilişkileri.

Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarları ile glikozinolatlar arasında yapılan güven testleri sonucunda istatistiki anlamda önem taşıyan ilişkiler tespit edilememiştir (Tablo 74). Belirlenen p değerlerinin tümü 0,05 değerinden büyük elde edilmiştir.

Tablo 74. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

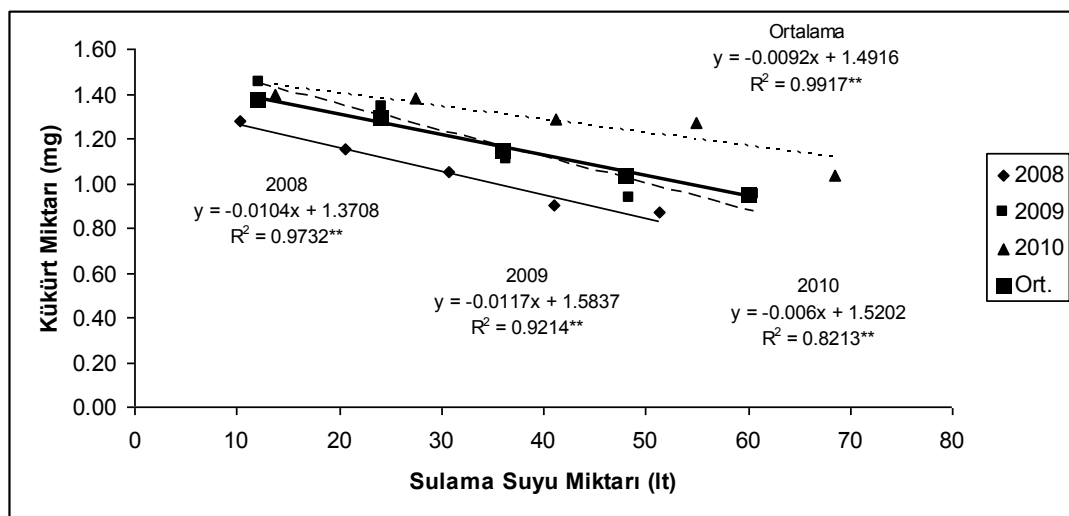
Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,339231	0,582435	-0,25058	24,85756	0,225137
2009	0,291921	0,540298	-0,18433	25,454887	0,268415
2010	0,391534	0,625726	-0,17795	25,23085	0,183906
Ortalama	0,349104	0,59085	-0,20032	25,1719	0,216859

4.15.5. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu -kükürt ilişkisi

Kükürdün bitkilerdeki işleviyle ilgili bilgiler 4.12.7. başlığı altında açıklanmaya çalışılmıştır.

Gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre vejetasyon boyunca sabit su kısıntıları uygulanan deneme konuları arasındaki sulama suyu ile kükürt miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 27’de verilmiştir.

Uygulanan sulama suyu seviyelerindeki azalma ile birlikte brokoli taçlarındaki kükürt birikiminin azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 27. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama sulama-kükürt ilişkileri.

Tablo 75’de vejetasyon boyunca sabit su kısıntısı uygulanan deneme konuları ile kükürt miktarları arasındaki regresyon analizi sonuçlarına göre denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p önemlilik faktörleri yıllara göre görülmektedir.

Tablo 75. Sulama suyu miktarı ile kükürt arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	R	a	b	p
2008	0,973173	0,986495	-0,01045	1,370825	0,001880
2009	0,921427	0,959910	-0,01174	1,583677	0,009577
2010	0,821319	0,906266	-0,00596	1,520170	0,033960
Ortalama	0,842462	0,665178	-0,0072	1,420162	0,006808

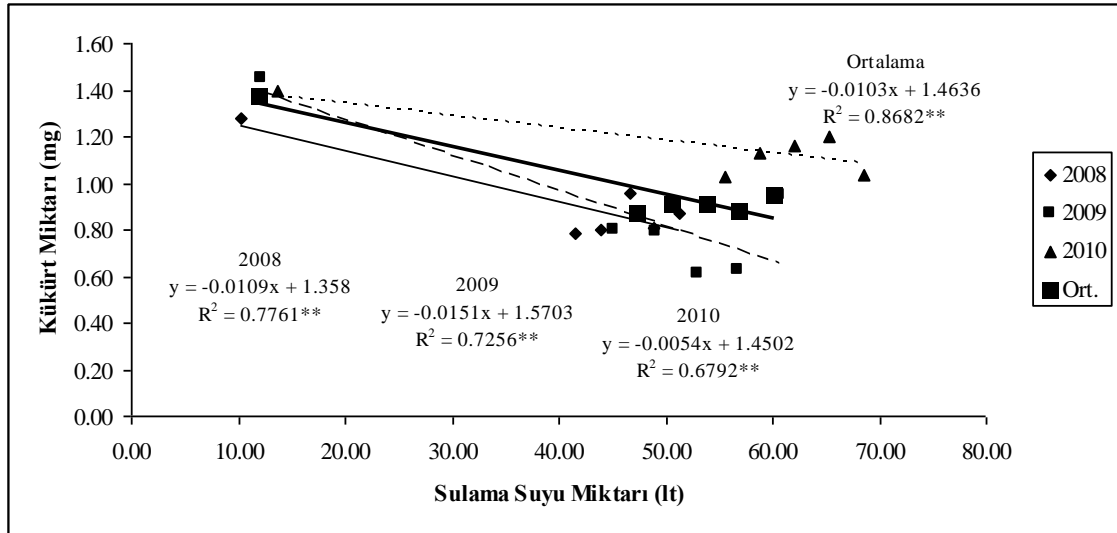
Sulama suyu miktarları ile kükürt birikimi arasındaki ilişkiler tüm deneme yıllarında da önemli bulunmuştur. Tıpkı glikozinolat bakımından da olduğu gibi su kısıntısı uygulamaları ile brokoli taçlarındaki kükürt içeriğinde artışlar tespit edilmiştir.

4.15.6. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu -kükürt ilişkisi

4.15.6.1. Erken vejetatif dönem

Araştırma konuları arasında ilk su kısıntılarının uygulandığı erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarları ile kükürt arasındaki ilişkiler Şekil 28’de verilmiştir.

Yıllara göre belirlenen regresyon katsayıları sırasıyla 0,01593, 0,056706, 0,150812 ve 0,868188 olarak bulunmuştur. Erken vejetatif dönemde sulama suyu ve kükürt arasında belirlenen regresyon katsayıları yıllara göre çok düşük olarak tespit edilmiştir.



Şekil 28. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-kükürt ilişkileri

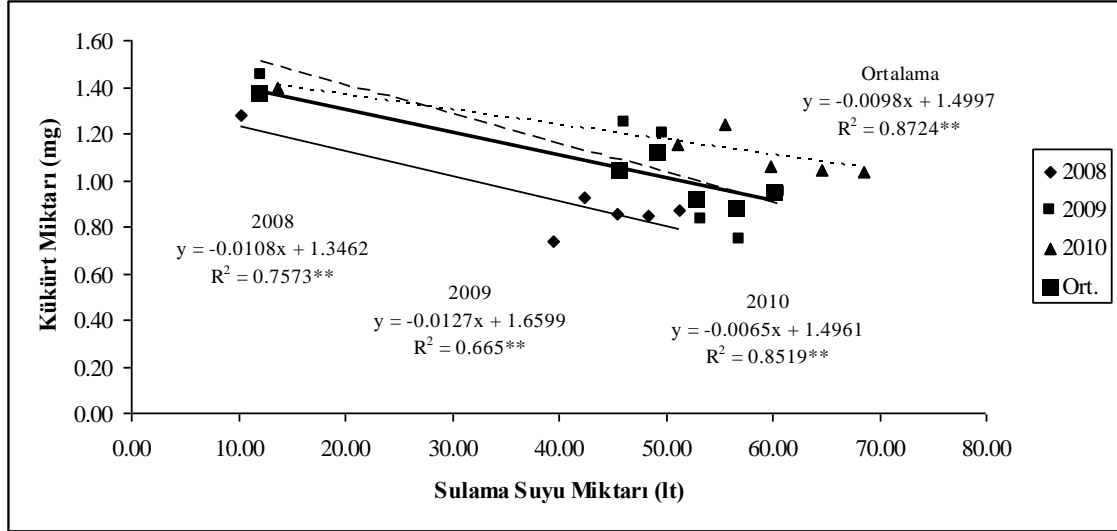
Regresyon katsayıları ile yapılan güven testleri sonunda p önemlilik faktörleri ise yıllara göre 0,680953, 0,433360, 0,189753 ve 0,006824 olarak bulunmuştur (Tablo 76). Denemelerin yürütüldüğü üç yılda da p değerleri 0,05'den büyük olarak tespit edilmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile kükürt içerikleri arasındaki ilişkiler önemsiz olmuştur. Fakat üç yıl boyunca elde edilen değerler birlikte daha çok veri ile güven testi yapıldığında ilişkiler önemli olarak belirlenmiştir.

Tablo 76. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile kükürt miktarı arasındaki denklem katsayıları, R² ve p değerleri

Yıl	R ²	r	a	b	p
2008	0,01593	0,126304	-0,00248	0,95993	0,680953
2009	0,056706	0,238131	-0,0143	1,750535	0,433360
2010	0,150812	0,388345	-0,00668	1,554377	0,189753
Ortalama	0,868188	0,931766	-0,01027	1,463555	0,006824

4.15.6.2. Geç vejetatif dönem

Diğer su kısıntıları uygulanan geç vejetatif dönemde regresyon analizleri Şekil 29’da görülmektedir. Bu dönemde belirlenen regresyon katsayıları yıllara göre sırasıyla 0,757286, 0,664996, 0,851865 ve 0,872378 olarak belirlenmiştir.



Şekil 29. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-kükürt ilişkileri.

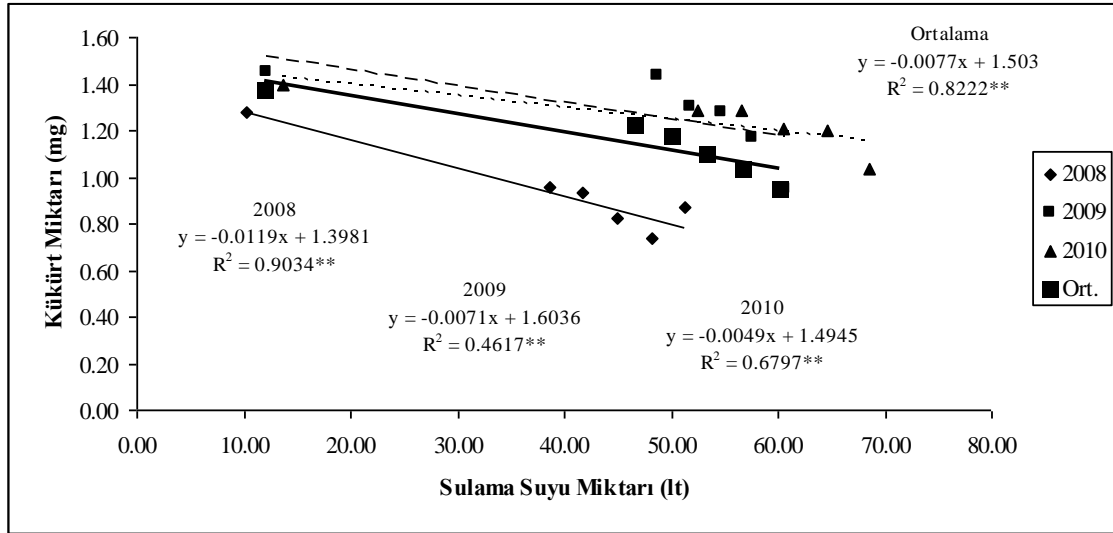
R^2 ve r değerleri kullanılarak yapılan güven testlerinin sonunda belirlenen p değerleri 0,024171, 0,047934, 0,008673 ve 0,006388 olarak %95 güvenle doğru sonuç vereceği kanısına varılmıştır (Tablo 77). Araştırmanın üç yılında da geç vejetatif dönemde su kısıntısı uygulamalarının sulama suyu miktarı ve kükürt içerikleri arasında önemli ilişkiler olduğunu göstermiştir.

Tablo 77. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile kükürt miktarı arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,757286	0,870222	-0,01081	1,34618	0,024171
2009	0,664996	0,815473	-0,01268	1,659905	0,047934
2010	0,851865	0,922965	-0,00653	1,496109	0,008673
Ortalama	0,872378	0,934012	-0,0098	1,499692	0,006388

4.15.6.3. Çiçeklenme dönemi

Araştırmalara konu olan son gelişme döneminde farklı seviyelerde uygulanan sulama suyu uygulamaları ile kükürt içerikleri arasındaki ilişkiler Şekil 30'da verilmiştir. Regresyon analizleri sonunda belirlenen R^2 değerleri yıllara göre sırasıyla 0,903424, 0,46167, 0,679702 ve 0,822225 olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılındaki R^2 değeri dışında diğer bulunan değerleri sulama suyu miktarı ile kükürt miktarları arasındaki ilişkilerin önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 30. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-kükürt ilişkileri.

Regresyon analizi sonunda yapılan güven testleri sonunda belirlenen p değerleri sırasıyla 0,003616, 0,137649, 0,043526 ve 0,012633 bulunmuştur (Tablo 78). Çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntısı uygulamaları ile brokkolideki kükürt içerikleri arasındaki ilişkiler 2009 yılı dışında %95 güvenle önemli bulunmuştur.

Tablo 78. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile kükürt miktarı arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

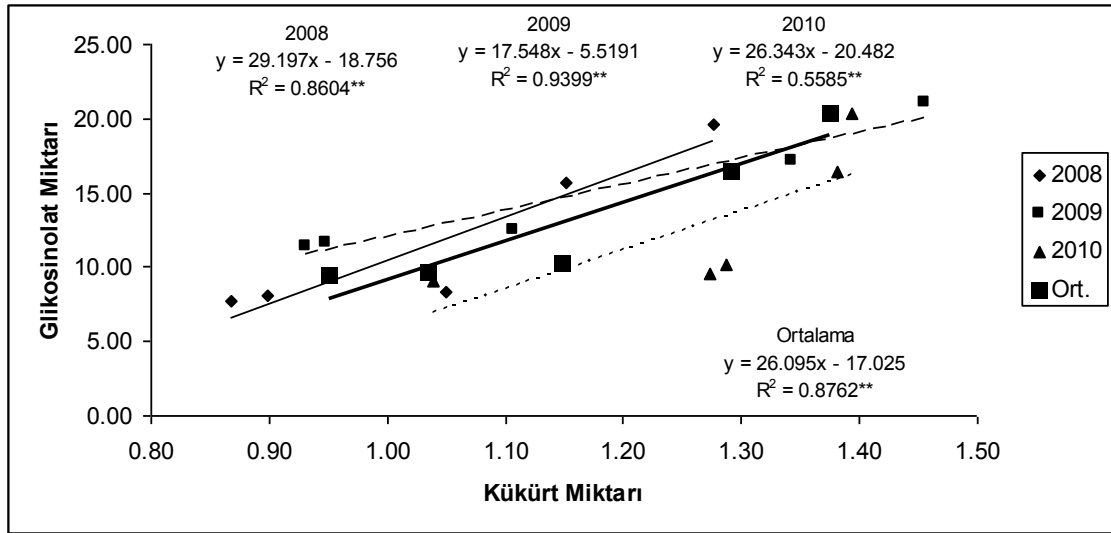
Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,903424	0,950486	-0,01189	1,348124	0,003616
2009	0,46167	0,679463	-0,00714	1,603636	0,137649
2010	0,679702	0,82444	-0,00493	1,494455	0,043526
Ortalama	0,822225	0,906766	-0,00773	1,503048	0,012633

4.15.7. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen kükürt - glikozinolat ilişkisi

Kükürt, canlı organizmalarda çok yönlü elementler arasındadır (Hell, 1997). Kükürt bitkilerde elektron taşınımında rol oynamaktadır. Büyüme ve gelişmenin birincil metabolit yollarında yer almayan ikincil metabolitler kükürt içermektedir.

Sülfat asimilasyonuna dayanan insan sağlığını destekleyen bileşenler olarak bilinen glikozinolatlar Brassicaceae familyasının bileşenlerindedir (Zareba ve Serradelf, 2004, Finley, 2005). Sülfat, toprakta bulunan sülfürün en çok okside olmuş dolayısıyla en stabil formudur. Sülfürün topraktan bitkilere alınımı yalnızca sülfat alımı ile olur ve ksilem ve floemde bulunan sülfür de öncelikle sülfattır. Sülfat asimilasyonuna maruz kalacak daha sonraki dönüşüm için adenosin 5-fosfosülfite çevrilmiştir. Ana özümseme yolu 5-adeninsülfatın sülfite (SO_3^{-2}) sonrada kükürde (S_2) indirgenmesi ile olur. Ardından sistein oluşturmak için kükürt (S_2) O-asetil-ser (OAS) ile eşleşir. Sistein, fitokelatinler ve glikozinolatlar gibi indirgenmiş sülfür gibi metabolitlerin üretimi için merkez bileşen olarak karşımıza çıkar (Saito, 2004).

Araştırmaların yürütüldüğü üç yıllık sonuçlar ve üç yıllık ortalama kükürt miktarları ile glikozinolat miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama kükürt-glikozinolat ilişkileri.

Hasat edilen brokoli taçlarında yapılan analizler sonucunda belirlenen kükürt ve glikozinolat miktarları arasındaki ilişkileri gösteren denklem katsayıları ve R^2 ve p değerleri Tablo 79’de verilmiştir.

Tablo 79. Kükürt miktarları ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	A	b	p
2008	0,860392	0,927573	29,1972	-18,7563	0,02314
2009	0,939879	0,969474	17,5477	-5,51912	0,00637
2010	0,558466	0,747306	26,3425	26,34256	0,02041
Ortalama	0,876243	0,936078	26,0946	-17,0245	0,01921

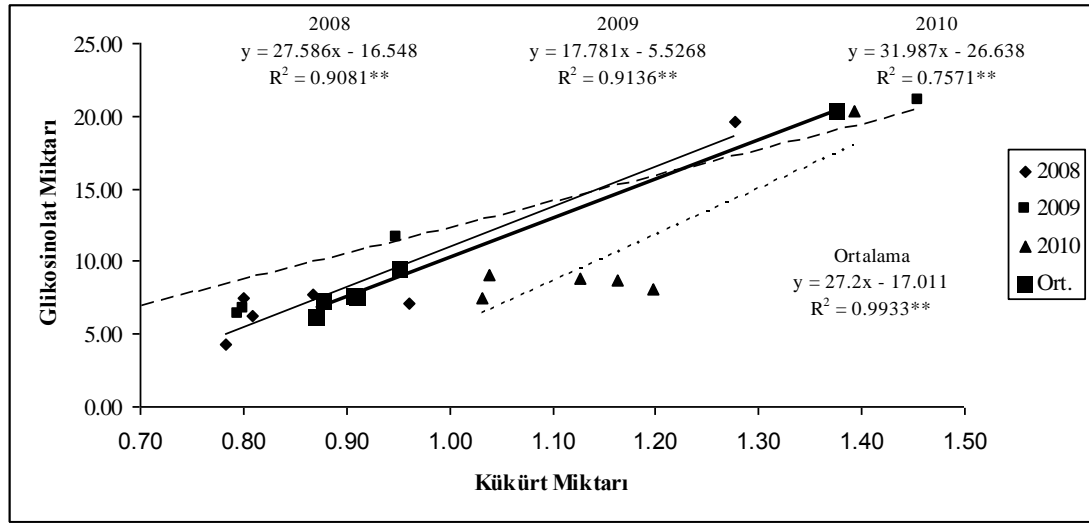
Sıcaklık, fotoperiyodizm, mevsim ve kükürt gübrelemesi gibi çevresel faktörlerin glikozinolat içeriğini değiştirebildiği çalışılmış olmasına rağmen, dışsal strese tepki olarak glikozinolat birikimi ile ilgili çok az bilgi mevcuttur (Berenguer ve ark., 2007).

Yapılan araştırma sonuçlarına göre su stresine maruz kalan brokoli taçlarında su stresi ile glikozinolat birikiminin arttığı görülmektedir. Ayrıca Şekil 55 üzerindeki regresyon eşitlikleri ve bağdaşım katsayıları değerleri ile Tablo 79’da özetlenen regresyon parametrelerinden, brokolideki kükürt miktarı ile glikozinolat içeriği arasında doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir.

4.15.8. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen kükürt - glikozinolat ilişkisi

4.15.8.1. Erken vejetatif dönem

Tüm yetiştirme periyodu süresince sulama suyunda sabit olarak uygulanan kısıntıların irdelendiği denemeden elde edilen kükürt- glikosinolat ilişkileri Bölüm 4.12.7.’de açıklanmaya çalışılmıştır. Dönemsel olarak uygulanan su kısıntıları koşullarında kükürt ve glikosinolatlar arasındaki ilişkiler, erken vejetatif dönem için Şekil 32’de verilmiştir. Farklı oranlarda su kısıntısı uygulanan erken vejetatif dönemde elde edilen bulgulardan yararlanılarak yapılan değerlendirmelerde, adı geçen dönem için kükürt ve glikosinolatlar arasındaki ilişkinin R^2 değerleri deneme yıllarına göre sırasıyla 0,908105, 0,913875, 0,757105 ve 0,993264 olarak belirlenmiştir.



Şekil 32. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem kükürt-glikosinolat ilişkileri.

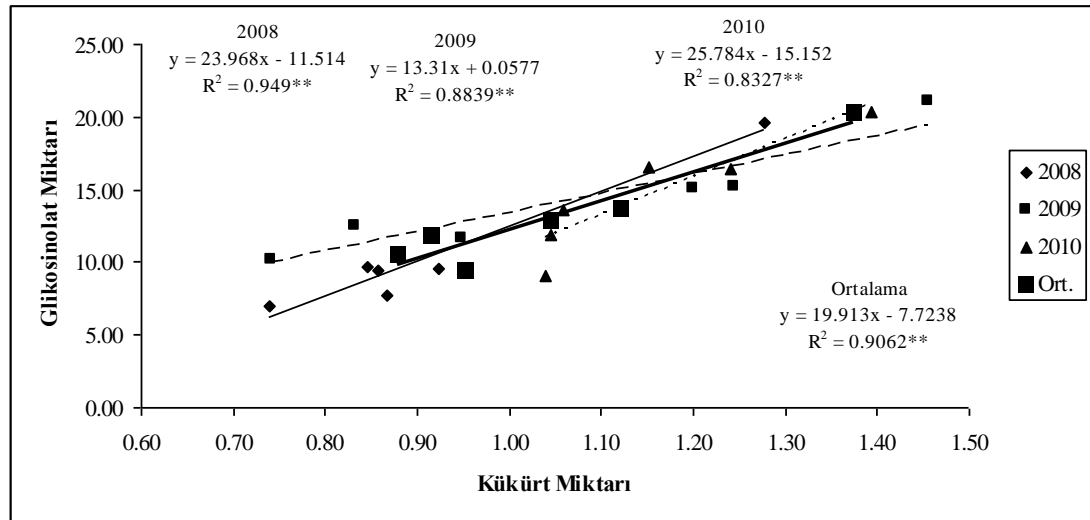
Regresyon analizleri sonunda yapılan güven testlerine göre belirlenen p değerleri yıllara göre sırasıyla 0,003269, 0,028856, 0,024208 ve 0,000017 olarak bulunmuş, belirlenen p değerlerine göre erken vejetatif dönemde kükürt ve glikozinolatlar arasında belirlenen ilişkilerin %95 güven seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 80).

Tablo 80. Erken vejetatif dönemde kükürt miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,908105	0,952946	27,5864	-16,548	0,003269
2009	0,913875	0,955813	17,781	-5,52679	0,028856
2010	0,757105	0,870118	31,98685	-26,6379	0,024208
Ortalama	0,993264	0,996626	27,19996	-17,0112	0,000017

4.15.8.2. Geç vejetatif dönem

Araştırmaya konu olan diğer bir gelişme döneminde kükürt ile glikosinolatlar arasındaki ilişkiler Şekil 33’de görülmektedir. Geç vejetatif dönemde de belirlenen R^2 değerleri 0,832687 ile 0,948973 arasında değişmiştir.



Şekil 33. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem kükürt-glikozinolat ilişkileri.

Bu dönemde yapılan güven testleri sonucunda erken vejetatif dönemde olduğu gibi önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü üç yıl boyunca ve yıllara göre elde edilen kükürt ve glikozinolat değerleri birlikte değerlendirildiğinde p değerleri sırasıyla 0,000993, 0,005262, 0,011145 ve 0,003408 olarak belirlenmiştir (Tablo 81).

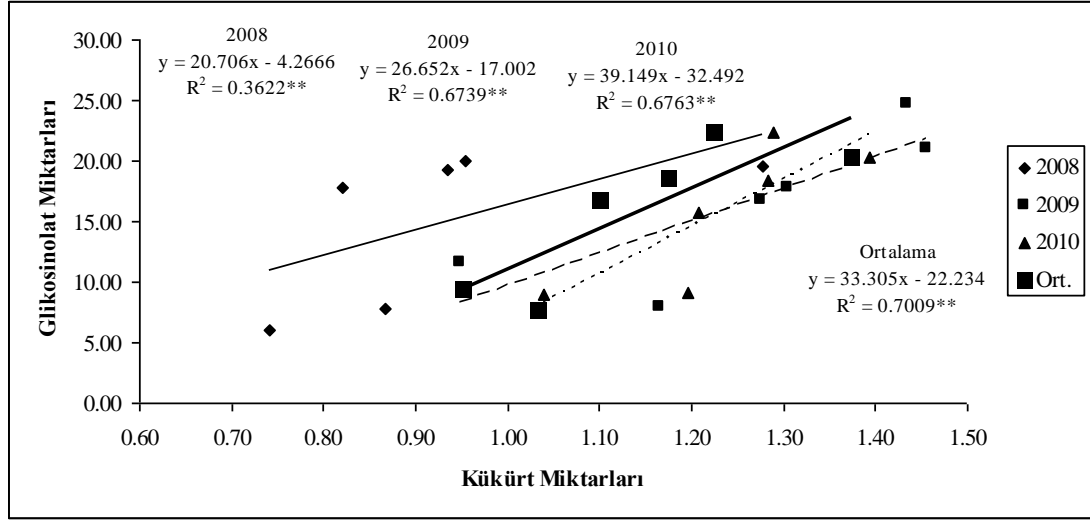
Tablo 81. Geç vejetatif dönemde kükürt miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,948973	0,974152	23,96771	-11,5141	0,000993
2009	0,883918	0,940169	13,31008	0,057663	0,005262
2010	0,832687	0,912517	25,78399	-15,152	0,011145
Ortalama	0,906196	0,951943	19,91349	-7,72378	0,003408

4.15.8.3. Çiçeklenme dönemi

Araştırmalarda su kısıntısı uygulanan son gelişme dönemi olan çiçeklenme döneminde kükürt ve glikozinolatlar arasındaki ilişkiler Şekil 34'de verilmiştir. Çiçeklenme dönemi sonuçlarına göre belirlenen R^2 değerleri sırasıyla 0,362245, 0,673908, 0,67629 ve 0,700912 olarak bulunmuştur.

Bu dönemde belirlenen R^2 değerlerine göre sadece 2008 yılı kükürt ve glikozinolat ilişkileri önemsiz bulunurken; diğer yıllar ve üç yıl ortalama değerleri %95 güvenle önemli bulunmuştur.



Şekil 34. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi kükürt-glikozinolat ilişkileri.

R^2 ve r değerlerinden faydalanarak çiçeklenme dönemi kükürt-glikozinolat ilişkileri arasında yapılan güven testleri sonucunda belirlenen p değerleri 0,206210, 0,045233, 0,044526 ve 0,037596 olarak bulunmuştur (Tablo 82). Çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamaları sonucunda brokolilerde bulunan kükürt miktarlarının stres koşullarında sentezinin arttığı (Berenguer ve ark., 2007) belirtilen glikozinolatlar arasında %95 güvenle ilişkiler önemli bulunmuştur.

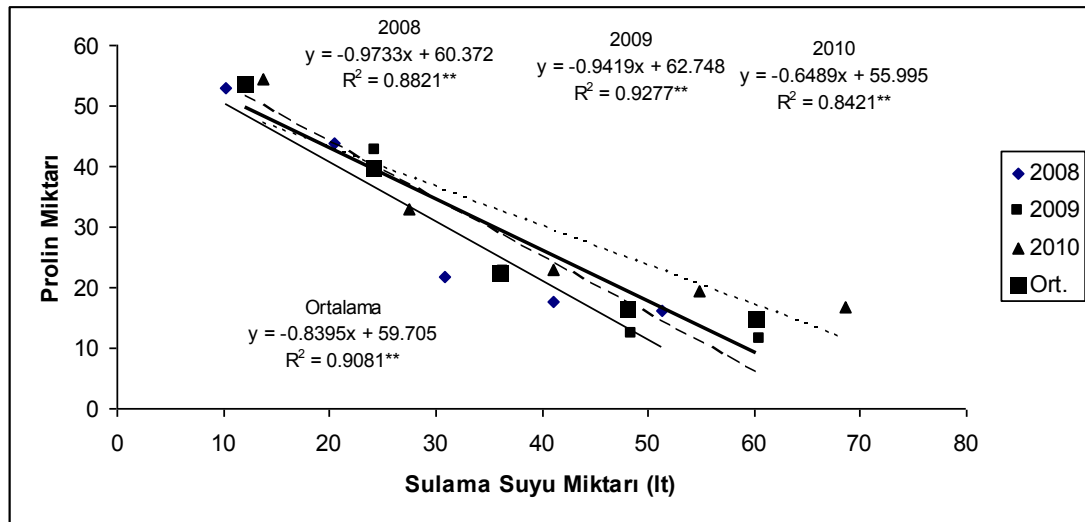
Tablo 82. Çiçeklenme döneminde kükürt miktarı ile glikozinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,362245	0,601868	20,70588	-4,26656	0,206210
2009	0,673908	0,820919	26,65221	-17,0017	0,045233
2010	0,67629	0,822369	39,14928	-32,492	0,044526
Ortalama	0,700912	0,837205	33,30518	-22,234	0,037596

4.15.9. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen sulama suyu - prolin ilişkisi

Prolin proteinleri oluşturan 20 aminoasitten birisidir. Kuraklık ve tuzluluk koşullarında bitkilerde fazla miktarda prolin birikmesi sonucunda, bu konuda çalışan araştırmacılar için dayanıklılık mekanizmasını açıklamada öncü çalışmalar oluşturmuştur (Wyne Jones ve ark.,1978, Schobert ve ark., 1978, Ahmad ve ark., 1982). Topraktaki nem eksikliğinin prolin sentezi üzerine belirgin bir etkisi vardır (Hsiao ve ark., 1973; Yoshiba ve ark., 1997; Ain-Lhout ve ark., 2001). Stres koşullarında yapraktaki prolin birikimi bitkilerin ortama adaptasyonu için büyük önem taşır (Sarker ve ark.,2005'den; Handa ve ark., 1983; Sivaramakrishnan ve ark., 1988; Yoshiba ve ark., 1997; Heuer ve Nadler, 1998)

Ashraf, (2004)'e göre, yüksek bitkilerde yaygın olarak görülen prolin, tuz stresi uygulanan bitkilerde diğer aminoasitlere göre daha azla birikir (Ashraf, 1994a, Wyn Jones, 1981, Ali ve ark., 1999, Abraham ve ark., 2003, Ashraf, 1993). Bununla birlikte, prolin birikimi su noksanlığında da tuz noksanlığında olduğu kadar fazla olmaktadır (Yamaya ve Matsumoto, 1989). Böylece prolin birikimi orta düzeyde spesifik olmayan bir yanıttır (Ashraf, 1994). Prolin, kullanılabilir azot birikimini düzenlemede osmotik olarak çok aktiftir (Ashraf, 1994a).



Şekil 35. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama sulama-prolin ilişkileri.

Denemeler sonunda uygulanan sulama suyu miktarları ile yapraklardaki prolin birikimi arasında yapılan regresyon analiz sonuçları Şekil 30'da verilmiştir. Brokoli bitkisinde su kısıntısı uygulamaları ile birlikte yapraklarda prolin birikiminin arttığı

belirlenmiştir. Bu artışın bitkinin strese karşı savunma mekanizması olarak meydana geldiği daha önce yapılan çalışmalarda da belirtilmektedir (Sarker ve ark.,2005'den; Handa ve ark., 1983; Sivaramakrishnan ve ark., 1988; Yoshiba ve ark., 1997; Heuer ve Nadler, 1998, Bandurska, 2004, Sankar ve ark., 2007, Raggi, 1994, Ruilian ve Gang, 1997, Upreti ve ark., 1998, Gorbanli ve ark., 1998, Hamidou ve ark., 2007, Ahire ve ark., 2005).

Prolin miktarları ile uygulanan sulama suyu miktarları arasında yapılan regresyon analizleri sonunda belirlenen R^2 ve r değerleri denklem katsayıları ve p değerleri Tablo 83'de görülmektedir. Belirlenen p değerlerine göre araştırmanın sürdürüldüğü üç yılda da prolin ve sulama suyu arasındaki ilişkilerin önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 83. Sulama suyu miktarı ile prolin içerikleri arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,882097	0,9392	-0,97332	60,372	0,017831
2009	0,927741	0,963193	-0,94191	62,748	0,008429
2010	0,842114	0,917668	-0,6489	55,995	0,028006
Ortalama	0,908148	0,952968	-0,82954	59,705	0,012157

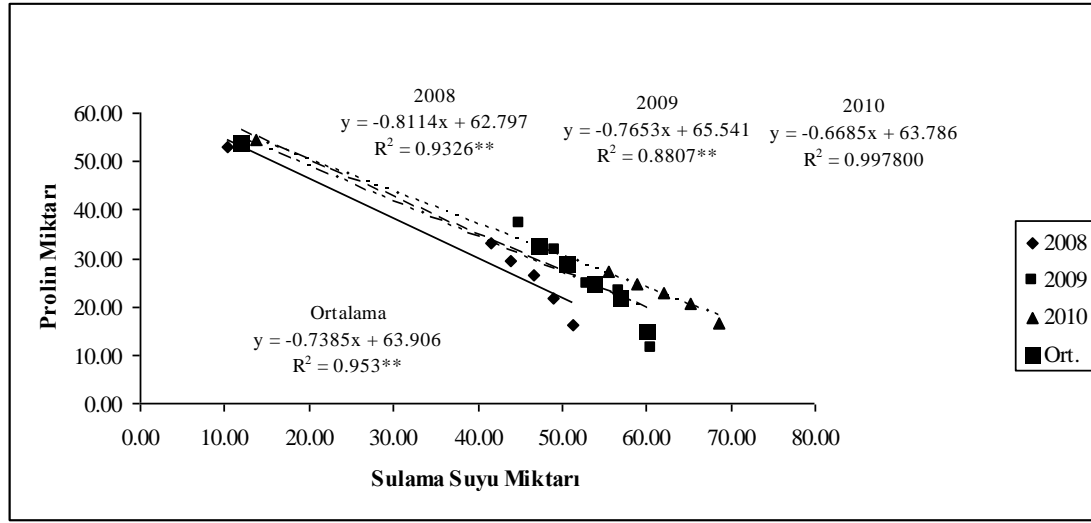
4.15.10. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen sulama suyu - prolin ilişkisi

4.15.10.1. Erken vejetatif dönem

Brokoli bitkisinde su kısıntısı uygulamaları ile birlikte yapraklarda prolin birikiminin arttığı belirlenmiştir. Bu artışın bitkinin strese karşı savunma mekanizması olarak meydana geldiği daha önce yapılan çalışmalarda da belirtilmektedir (Sarker ve ark.,2005'den; Handa ve ark., 1983; Sivaramakrishnan ve ark., 1988; Yoshiba ve ark., 1997; Heuer ve Nadler, 1998, Bandurska, 2004, Sankar ve ark., 2007, Raggi, 1994, Ruilian ve Gang, 1997, Upreti ve ark., 1998, Gorbanli ve ark., 1998, hamidou ve ark., 2007, Ahire ve ark., 2005).

Araştırmaların yürütüldüğü üç yıl boyunca erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntısı uygulamalarıyla yapraklardaki prolin birikimleri arasındaki ilişkiler Şekil 36'da görülmektedir. Erken vejetatif dönem su kısıntısı uygulamaları ile yıllara göre regresyon katsayıları (R^2) sırasıyla 0,932648, 0,880747, 0,997755 ve 0,953024 olarak belirlenmiştir.

Bu dönem için belirlenen regresyon katsayıları sulama suyu miktarındaki azalmayla birlikte prolin birikiminin orantılı bir şekilde arttığını göstermektedir (Şekil 36).



Şekil 36. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-prolin ilişkileri

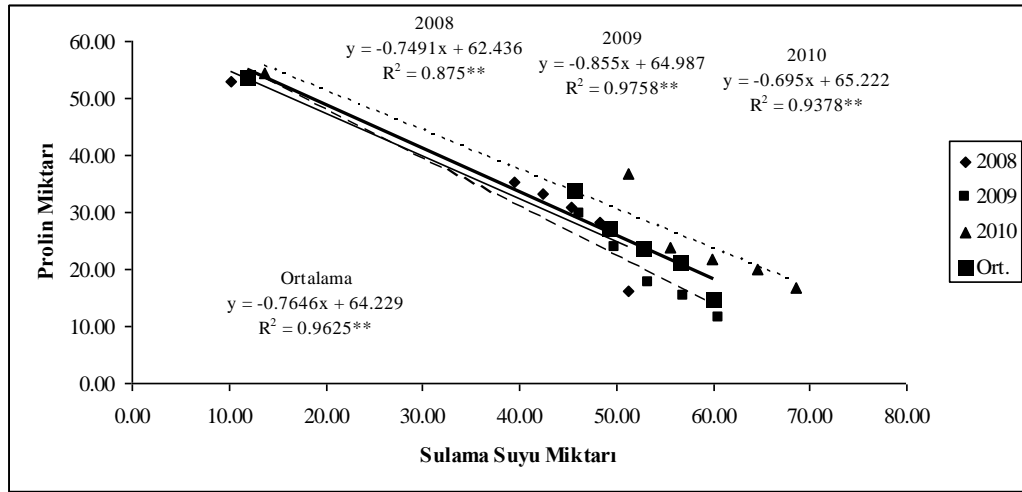
Regresyon analizleri sonunda belirlenen R^2 ve r değerleri ile yapılan güven testleri sonunda belirlenen p önem faktörü değerleri Tablo 84’de verilmiştir. Erken vejetatif dönemde sulama suyu uygulamaları ile yapraklardaki prolin birikimleri üzerine etkilerinin önemli olduğu p değerlerinden anlaşılmaktadır. Güven testi sonuçlarına göre belirlenen p değerleri yıllara göre sırasıyla 0,001740, 0,005560, 0,000001 ve 0,000840 olarak tespit edilmiştir. Sulama uygulamaları ile prolin birikimleri arasındaki ilişkiler %99 güvenle belirlenmiştir.

Tablo 84. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0.932648	0.965737	-0,81141	62,79664	0,001740
2009	0.880747	0.938481	-0,76534	65,54133	0,005560
2010	0.997755	0.998877	-0,66848	63,78583	0,000001
Ortalama	0.953024	0.97623	-0,7385	63,90592	0,000840

4.15.10.2. Geç vejetatif dönem

Deneme konuları arasında ikinci gelişme döneminde su kısıntısı uygulamaları ile yapraklardaki prolin birikimleri arasındaki ilişkiler Şekil 37’de verilmiştir. Geç vejetatif dönem su kısıntısı uygulamaları ile prolin arasında belirlenen R^2 değerleri yıllara göre sırasıyla 0,874994, 0,975842, 0,937834 ve 0,962513 olarak bulunmuştur. Erken vejetatif dönemde olduğu gibi geç vejetatif dönemde de su kısıntısı ile prolin birikimi üzerine etkilerin önemli olduğu R^2 değerlerinden belli olmaktadır.



Şekil 37. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-prolin ilişkileri

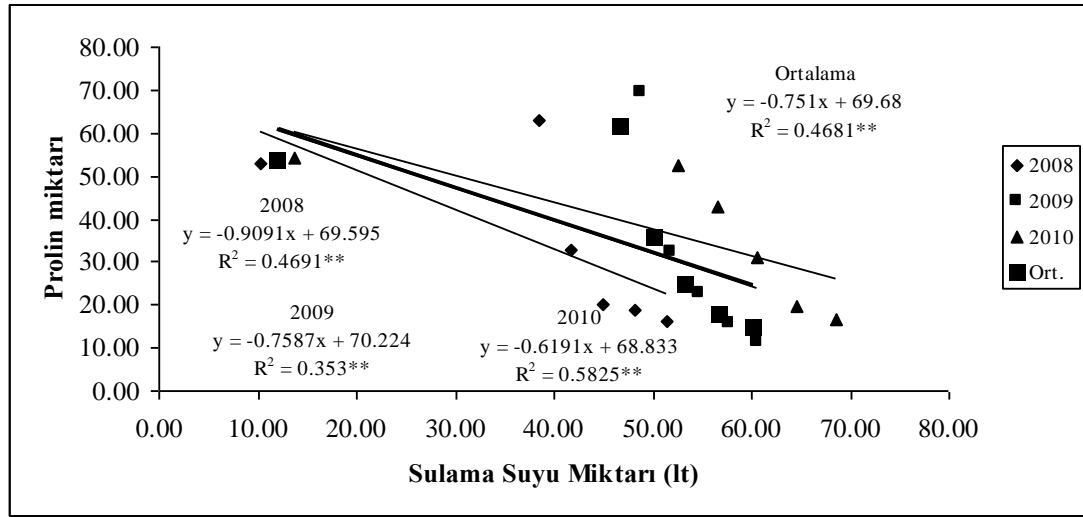
Gerçekleştirilen güven testi sonuçlarına göre geç vejetatif dönemde yıllara göre p değerleri sırasıyla 0,006122, 0,000220, 0,000148 ve 0,000533 olarak belirlenmiştir (Tablo 85). Yıllara göre ve üç yıllık ortalama değerlerle bulunan p değerlerinin tümü %99 güvenle önemli bulunmuştur. Geç vejetatif dönemde de su kısıntısı uygulamalarının yapraklardaki prolin birikimi üzerine etkilerinin olduğu açıkça görülmektedir.

Tablo 85. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,874994	0,935411	-0,7491	62,43609	0,006122
2009	0,975842	0,987847	-0,85504	64,98659	0,000220
2010	0,937834	0,968418	-0,69504	65,22183	0,000148
Ortalama	0,962513	0,991077	-0,76462	64,22904	0,000533

4.15.10.3. Çiçeklenme dönemi

Araştırma konuları arasında yer alan son gelişme dönemindeki su kısıntısı uygulamaları ile prolin birikimi arasındaki regresyon ilişkileri Şekil 38’de görülmektedir. Çiçeklenme döneminde belirlenen R^2 değerleri sırasıyla 0,469106, 0,352991, 0,58247 ve 0,468052 olarak bulunmuştur.



Şekil 38. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-prolin ilişkileri

Regresyon analizleri sonunda yapılan güven testi sonuçlarına göre belirlenen p değerleri sırasıyla 0,133278, 0,213665, 0,077474 0,133892 olarak bulunmuştur (Tablo 86). Çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntılarının yapraklardaki prolin birikimi üzerine etkilerinin önemsiz olduğu görülmüştür.

Tablo 86. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

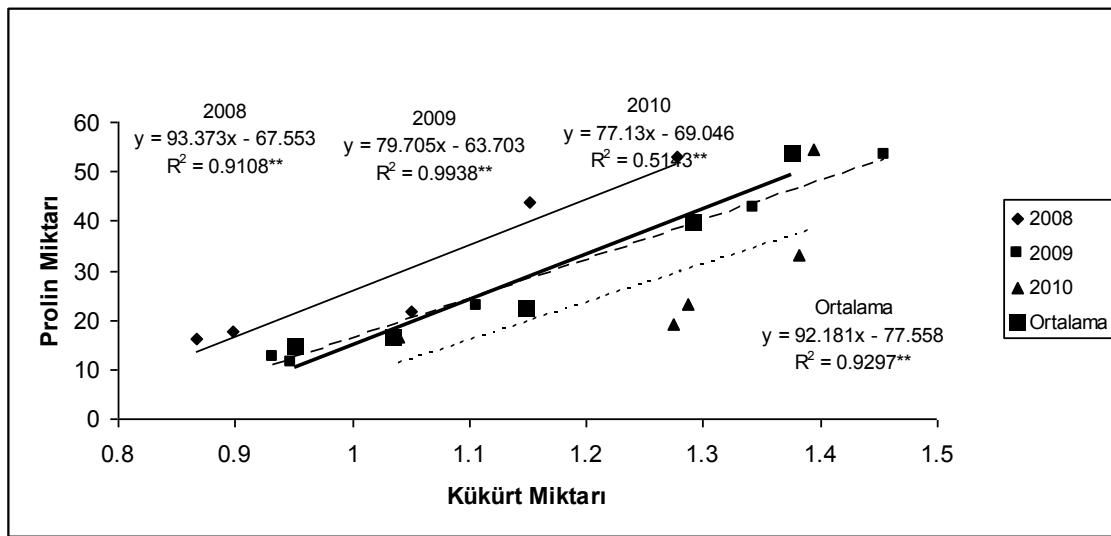
Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,469106	0,684913	-0,90914	69,59536	0,133278
2009	0,352991	0,59413	-0,75874	70,22433	0,213665
2010	0,58247	0,763197	-0,61912	68,8334	0,077474
Ortalama	0,468052	0,684143	-0,75096	69,67978	0,133892

4.15.11. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen kükürt - prolin ilişkisi

Araştırmalar sonunda brokolide belirlenen kükürt ve yapraklardaki prolin birikimi arasındaki ilişkiler Şekil 39'da görülmektedir. Üç yıllık deneme sonuçlarına göre kükürt miktarı ile yapraklardaki prolin içeriği arasında doğrusal ilişkiler tespit edilmiştir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda yıllara göre belirlenen denklem katsayıları, R^2 ve r değerleri ile p değerleri Tablo 87'de verilmiştir.

Kükürt miktarları ve yapraklardaki prolin içerikleri arasında sadece 2010 yılında elde edilen ilişkiler önemsiz bulunurken; diğer yıllar ve üç yıl ortalama değerleri arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur.



Şekil 39. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama kükürt-prolin ilişkileri.

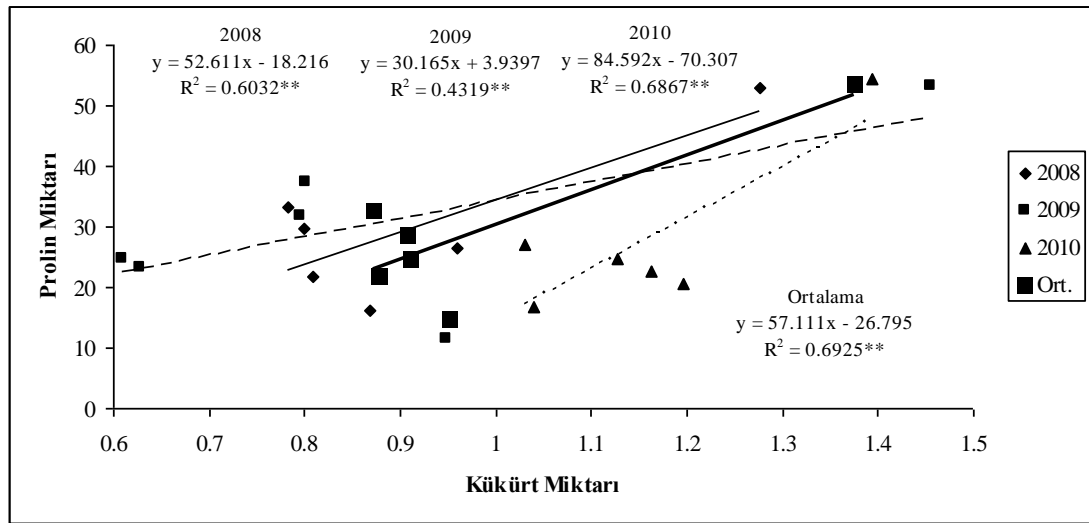
Tablo 87. Kükürt miktarı ile prolin içerikleri arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,910821	0,954369	93,37299	-67,5532	0,011620
2009	0,993785	0,996888	79,70537	-63,7025	0,000283
2010	0,514254	0,717115	77,13033	-69,0463	0,172744
Ortalama	0,929698	0,964208	92,18126	-77,5582	0,008084

4.15.12. Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen kükürt - prolin ilişkisi

4.15.12.1. Erken vejetatif dönem

Araştırma bulgularından brokkolilerdeki kükürt ve yapraklardaki prolin içerikleri arasındaki ilişkiler Şekil 40’da verilmiştir. Kükürt ve prolin arasındaki regresyon analizleri sonunda belirlenen R^2 değerleri yıllara göre sırasıyla 0,603243, 0,431949, 0,686695, 0,692532 olarak bulunmuştur.



Şekil 40. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem kükürt-prolin ilişkileri

Denemelerin yürütüldüğü 2008 ve 2009 yıllarında erken vejetatif dönem kükürt ve prolin arasındaki R^2 değerleri düşük olurken; 2010 yılı ve üç yıl değerlerinin birlikte kullanılarak belirlenen R^2 değerleri daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

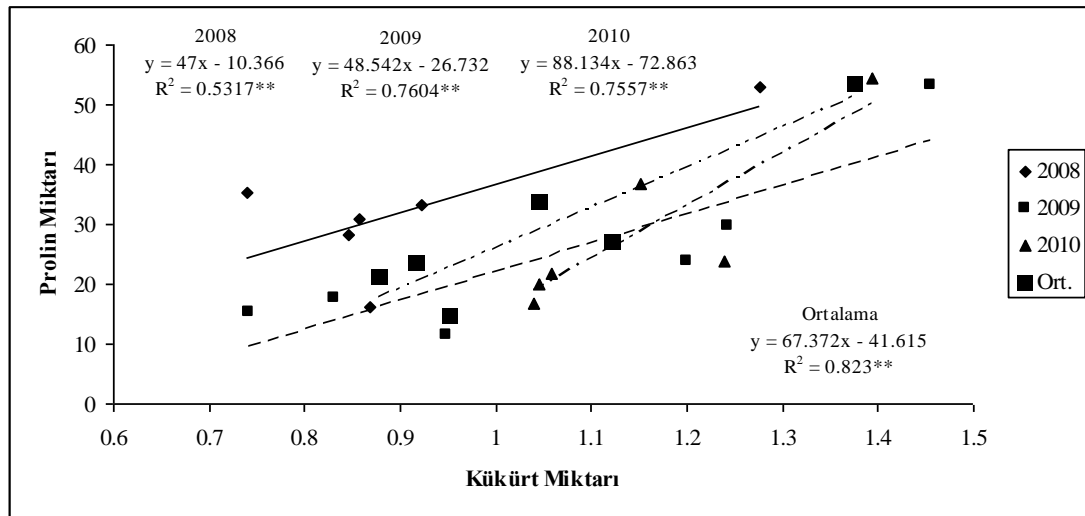
Regresyon analizlerinin güven testleri sonunda belirlenen p değerleri Tablo 88’de görülmektedir. Erken vejetatif dönemde su kısıntılarına göre kükürt ve prolin arasında belirlenen p değerleri sırasıyla 0,069234, 0,156102, 0,041515 ve 0,039879 olarak bulunmuştur. Sadece 2010 yılı ve üç yıl ortalama sonuçları önemli bulunurken; diğer iki yıl önemsiz olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 88. Erken vejetatif dönemde kükürt miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklemler katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,603243	0,776687	52,61108	-18,2158	0,069234
2009	0,431949	0,657228	30,16537	3,939693	0,156102
2010	0,686695	0,828671	84,59188	-70,3066	0,041515
Ortalama	0,692532	0,832185	57,11095	-26,7953	0,039879

4.15.12.2. Geç vejetatif dönem

Su kısıntısı uygulanan ikinci gelişme döneminde brokolilerde belirlenen kükürt miktarları ile yapraklardaki prolin içeriği arasındaki regresyon ilişkileri Şekil 41’de verilmiştir. Geç vejetatif dönemde kükürt ve prolin arasında belirlenen R^2 değerleri yıllara göre sırasıyla 0,531697, 0,760394, 0,755727 ve 0,82297 olarak belirlenmiştir.



Şekil 41. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem kükürt-prolin ilişkileri.

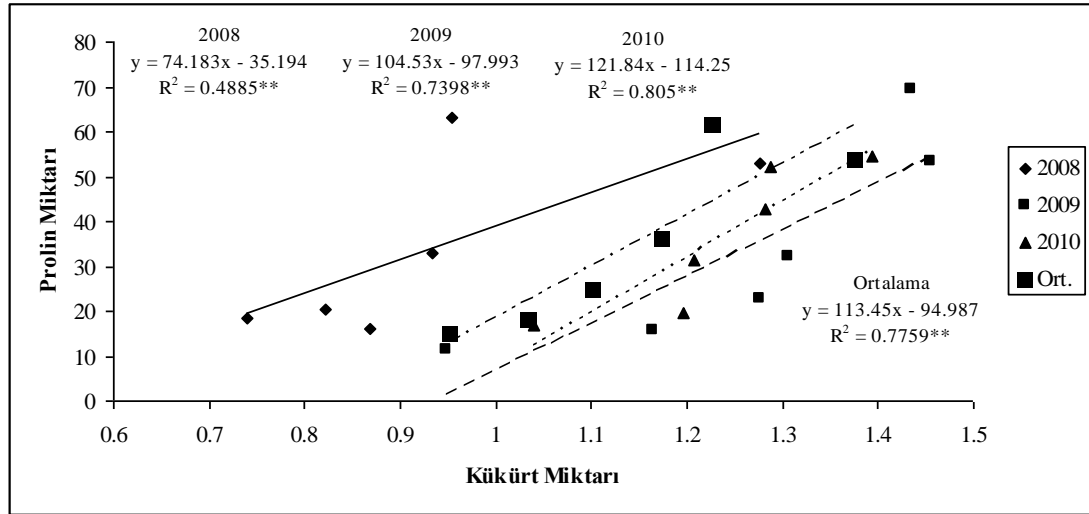
Regresyon analiz sonuçlarına göre belirlenen p önemlilik değerleri Tablo 89’den görüleceği üzere yıllara göre sırasıyla 0,100086, 0,002352, 0,024497 ve 0,012524 olmuştur. Regresyon analiz sonuçlarına göre kükürt miktarları ile prolin içerikleri arasındaki güven testi sonuçlarına göre 2008 yılı sonuçları dışında kalan diğer yıllar ve üç yıllık sonuçların birlikte kullanılması ile elde edilen ilişkiler %95 güvenle önemli bulunmuştur.

Tablo 89. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,531697	0,729176	47,00026	-10,3659	0,100086
2009	0,760394	0,872006	48,54173	-26,7317	0,002352
2010	0,755727	0,869326	88,13432	-72,8625	0,024497
Ortalama	0,82297	0,907177	67,37196	-41,6147	0,012524

4.15.12.3. Çiçeklenme dönemi

Araştırmalara konu olan son gelişme döneminde kükürt miktarları ile yapraklardaki prolin içerikleri arasındaki regresyon ilişkileri Şekil 42’de görülmektedir. Çiçeklenme döneminde belirlenen R^2 değerleri sırasıyla 0,488461, 0,73977, 0,805031 ve 0,775869 olarak meydana gelmiştir. Denemelerin yürütüldüğü ilk yıl dışında diğer yıllar ve ortalamalar arasındaki regresyon ilişkileri yüksek bulunmuştur.



Şekil 42. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi kükürt-prolin ilişkileri

R^2 ve r değerleri kullanılarak yapılan güven testi sonuçlarına göre p değerleri 0,122334, 0,027989, 0,015298 ve 0,020454 bulunmuştur (Tablo 90). Brokolideki kükürt miktarları ile yapraklardaki prolin içerikleri arasında yapılan güven testlerine göre 2008 yılı önemsiz bulunurken diğer yıllar ve yıl ortalamaları %95 güvenle önemli bulunmuştur.

Tablo 90. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklemler katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,488461	0,6989	74,18342	-35,1944	0,122334
2009	0,73977	0,860099	104,5289	-97,993	0,027989
2010	0,805031	0,897235	121,8395	-114,255	0,015298
Ortalama	0,775869	0,880834	113,446	-94,9871	0,020454

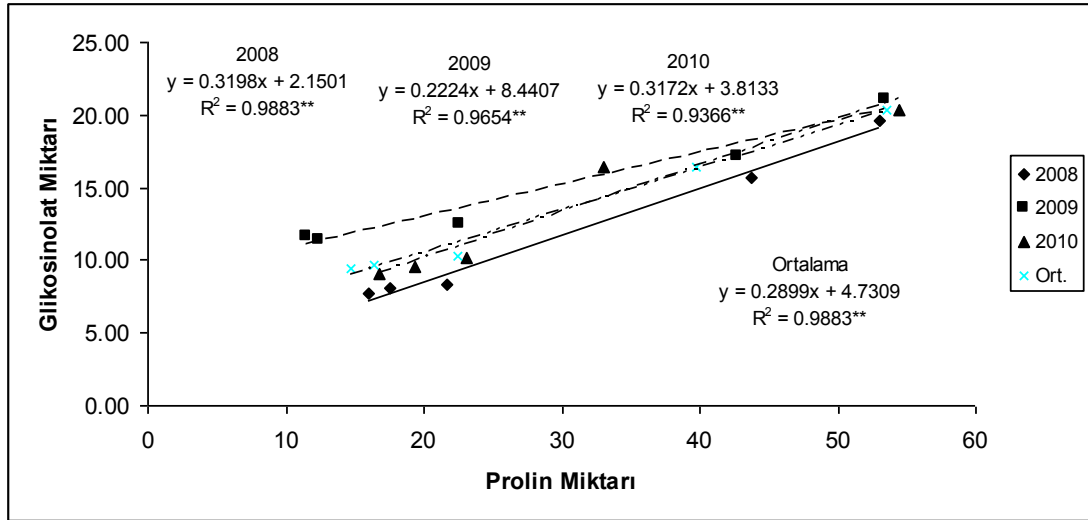
4.15.13. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan denemeden elde edilen prolin-glikosinolat ilişkisi

Yapraklarda belirlenen prolin miktarları ile brokoli taçlarındaki glikosinolat miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 43’de verilmiştir. Prolin miktarlarındaki artış ile birlikte glikosinolat miktarlarında da artış görülmektedir. Bitkilerin strese girmesiyle birlikte hem prolin, hem de glikosinolat sentezi artmaktadır. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi hem prolin hem de glikosinolatlar, bitkilerin su stresine karşı oluşturdukları savunma mekanizmasının göstergesi olma niteliğini taşımaktadır.

Denemelerin devam ettiği üç yıl boyunca elde edilen değerler ile bu değerlerin ortalamaları kullanılarak yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 91’de görülmektedir.

Yıllara göre R^2 değerleri sırasıyla, 0,988292, 0,965378 ve 0,936622 olarak belirlenirken; üç yıllık sonuçlar kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonunda R^2 değeri 0,988282 olarak bulunmuştur. R^2 değerlerinden görüleceği gibi prolin miktarları ile glikosinolat miktarları arasındaki ilişkiler yüksek oranda güvenilir sonuçlar vermektedir.

Regresyon analizleri sonunda yıllara göre belirlenen p değerleri sırasıyla, 0,000539, 0,002763 ve 0,006904 bulunmuş; üç yıllık ortalama değerler ile yapılan değerlendirmede ise p değeri 0,005402 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin tümü %95 güven seviyesinde güvenli sonuçlar verdiği söylenebilir.



Şekil 43. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama prolin-glikozinolat ilişkileri.

Tablo 91. Prolin içerikleri ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 , r ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	B	p
2008	0,988292	0,994129	0,319839	2,150105	0,000539
2009	0,965378	0,982536	0,22243	8,44075	0,002763
2010	0,936622	0,967792	0,31718	3,183267	0,006904
Ortalama	0,988282	0,964124	0,289873	4,730895	0,005402

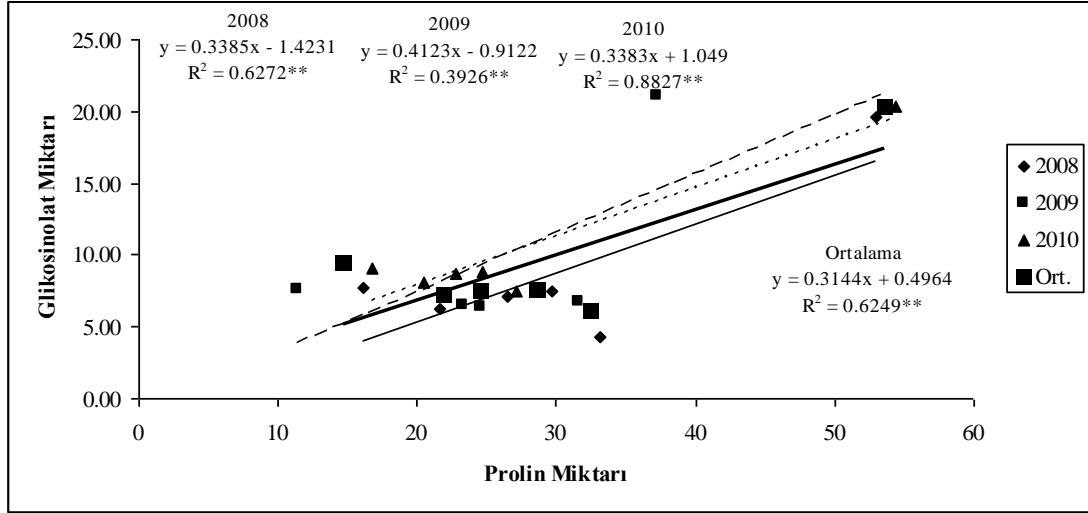
4.15.14 Dönemsel su kısıntısı ile araştırma konularından elde edilen prolin-glikozinolat ilişkisi

4.15.14.1. Erken vejetatif dönem

Yapraklarda belirlenen prolin miktarları ile brokoli meyvelerindeki glikosinolat miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 44’de verilmiştir. Prolin miktarlarındaki artış ile birlikte glikosinolat miktarlarında da artış görülmektedir. Bitkilerin strese girmesiyle birlikte hem prolin sentezi artmakta hem de glikosinolat miktarları artmaktadır. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi hem prolin hem de glikosinolatlar stres faktörlerine karşı bitkinin savunma mekanizması olarak artış göstermektedir.

Denemelerin devam ettiği üç yıl boyunca elde edilen değerler ile bu değerlerin ortalamaları kullanılarak yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 92’de görülmektedir.

Yıllara göre R^2 değerleri sırasıyla, 0,627213, 0,321981 ve 0,8827320 olarak belirlenirken; üç yıllık sonuçlar kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonunda R^2 değeri 0,62488 olarak bulunmuştur.



Şekil 44. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem prolin-glikozinolat ilişkileri

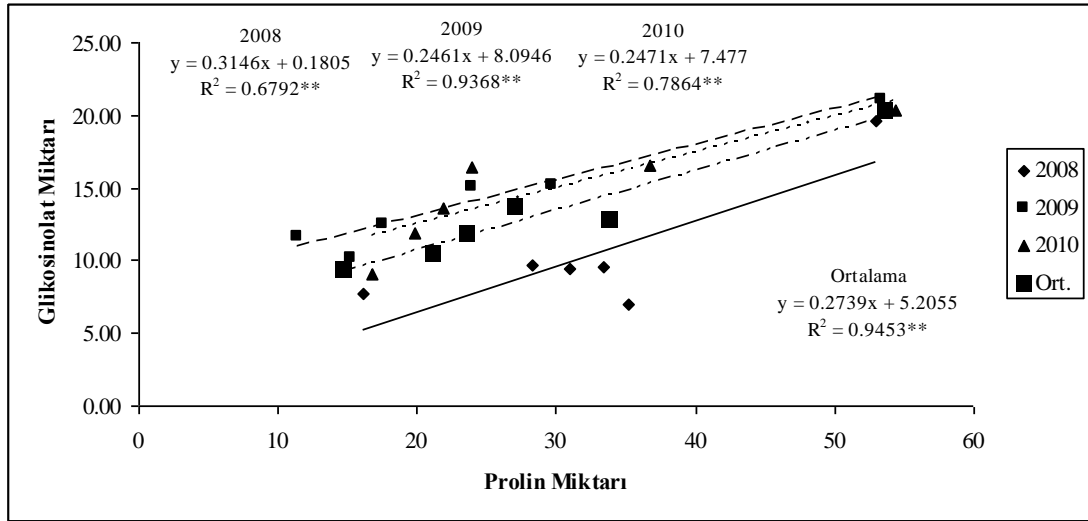
Erken vejetatif dönem su kısıntısı uygulamalarında prolin ve glikozinolatlar arasındaki regresyon analiz sonuçları arasındaki güven testlerine göre belirlenen p değerleri yıllara göre sırasıyla 0,060414, 0,240201, 0,005372 ve 0,061241 olarak belirlenmiştir. P değerlerinden görüleceği gibi sadece 2010 yılında kükürt ve glikozinolat miktarları arasındaki ilişkiler önemli bulunmakla birlikte, araştırmanın 1. yılı sonuçları ile ortalamalar üzerinden yapılan değerlendirmenin sonuçları da 0.05 güven seviyesine çok yakın olmuştur.

Tablo 92. Erken vejetatif dönemde glikozinolat miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,627213	0,791968	0,338457	-1,42306	0,060414
2009	0,321981	0,567434	0,229988	3,030686	0,240201
2010	0,882732	0,939538	0,338346	1,048964	0,005372
Ortalama	0,62488	0,790493	0,314365	0,496395	0,061241

4.15.14.2. Geç vejetatif dönem

Geç vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarına bağlı olarak elde edilen kükürt ve glikosinolat içerikleri arasındaki ilişkiler Şekil 45’de verilmiştir. İkinci gelişme dönemi uygulamalarına göre belirlenen R^2 değerleri yıllara göre 0,679238, 0,936782, 0,786361 ve 0,945326 olarak belirlenmiştir.



Şekil 45. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem prolin-glikosinolat ilişkileri.

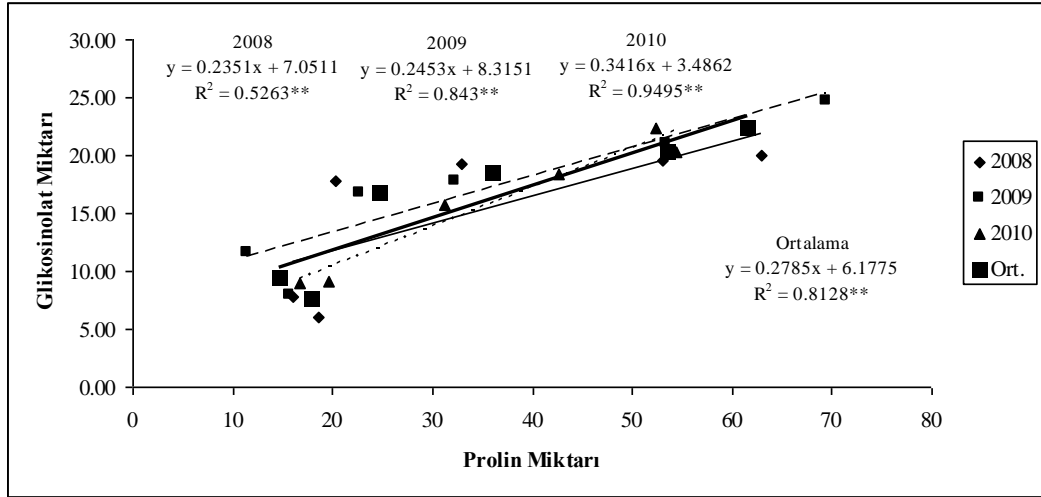
Bu dönemde su kısıntısı uygulamaları ile belirlenen prolin ve glikosinolat içerikleri arasındaki regresyon analizlerinin güven testi sonuçlarına göre p değerleri 0,043661, 0,001531, 0,018505 ve 0,001142 olarak bulunmuştur (Tablo 93). Sıralanan değerlere göre, geç vejetatif dönemde uygulanan su kısıntıları da brokolide prolin ve glikosinolatlar arasındaki ilişkileri üzerinde önemli ölçüde etkili olmuştur.

Tablo 93. Geç vejetatif dönemde glikosinolat miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0,679238	0,824159	0,314588	0,180455	0,043661
2009	0,936782	0,967875	0,246149	8,094587	0,001531
2010	0,786361	0,88677	0,247148	7,47704	0,018505
Ortalama	0,945326	0,972279	0,273867	5,205508	0,001142

4.15.14.3. Çiçeklenme dönemi

Deneme konularında son gelişme döneminde uygulanan su kısıntılarına göre yapraklardaki prolin birikimi ile brokolideki glikozinolat değişimleri arasındaki regresyon ilişkileri Şekil 46'da görülmektedir. Yapılan istatistiki değerlendirmelerde araştırmanın sürdürüldüğü 3 yıla ait ve ortalama regresyon katsayılarının sırasıyla 0,526342, 0,842954, 0,949516 ve 0,812756 olduğu tespit edilmiştir. R^2 değerleri ve r değerlerinden faydalanarak yapılan güven testi sonuçları ise Tablo 94'de verilmiştir.



Şekil 46. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi prolin-glikozinolat ilişkileri.

Çiçeklenme dönemindeki su kısıntıları ile prolin ve glikozinolatlar arasındaki ilişkilerin güven testi sonuçlarına göre belirlenen p değerleri yıllara göre sırasıyla 0,102687, 0,009780, 0,000972 ve 0,014067 olarak bulunmuştur. Belirlenen p değerlerine göre 2008 yılı sonuçları dışında kalan diğer yıllar ve ortalama sonuçlar arasındaki ilişkiler %95 güvenle önemli bulunmuştur.

Tablo 94. Çiçeklenme döneminde glikozinolat miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri

Yıl	R^2	r	a	b	p
2008	0.526342	0.725494	0,235145	7,051064	0,102687
2009	0.842954	0.918125	0,245271	8,315085	0,009780
2010	0.949516	0.974431	0,341607	3,486213	0,000972
Ortalama	0.812756	0.90153	0,278462	6,177495	0,014067

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sabit su kısıntısı uygulamalarından elde edilen verilere göre; Çanakkale koşullarında su kısıntısı uygulamaları ile birlikte brokoli bitkisinde verim ve kalite kayıplarının olduğu belirlenmiştir. Yürütülen üç yıllık deneme sonuçlarına bakıldığında yıllara göre deneme konularına sırasıyla 51,34–10,27 lt, 60,60–12,12 lt ve 68,57–13,71 lt arasında değişen sulama suyu uygulanmıştır. Sulama suyu miktarlarındaki değişimlere göre yıllara göre sırasıyla 667,84–101,68 g/bitki, 775,87–109,29 g/bitki ve 514,5–97,27 g/bitki arasında verim elde edilmiştir. Sabit su kısıntısı uygulanarak yürütülen deneme konularından elde edilen verim değerleri arasında yapılan varyans analizi sonuçları karşılaştırıldığında her bir araştırma konusu farklı duncan gruplarında yer almıştır. Benzer ilişkiler taç çapı, taç boyu ve taç çevresi değerlerinde de görülmüştür.

Su kısıntısı uygulamalarına göre deneme konularında ölçülen yaprak alanı değerleri ilk yıl 6424,9–3429,40 cm², ikinci yıl 7075,60–3903,80 cm² ve son deneme yılında 6949,50–2128,20 cm² arasında değişmiştir. Sulama suyu miktarının azalması ile birlikte brokolide yaprak alanı değerlerinde düşüşler tespit edilmiştir.

Gelişme döneminin tamamı boyunca sabit su kısıntıları uygulanan deneme konularında kuru madde birikimleri; araştırmanın yürütüldüğü her üç yılda da en az sulama suyu uygulanan (%20) deneme konularında belirlenmiştir. Ancak toplam yeşil aksama göre deneme konularındaki en fazla biomass birikimi tanık (%100) konularından elde edilmiştir.

Sabit su kısıntısı uygulamalarına göre brokoli taçlarında biriken glikozinolat miktarları arasında yapılan değerlendirmelerde; su kısıntısı arttıkça glikozinolat değerlerinin de arttığı gözlenmiştir. Başka bir ifade ile brokkolide stres arttıkça glikozinolat sentezi de artış göstermiştir.

Brokoli yapraklarındaki içsel prolin birikimleri değerlendirildiğinde ise bitkilerde stres arttıkça prolin birikiminin arttığı görülmüştür. Strese karşı bitkilerin direnç kazanması için sentezlenen prolin, yapılan araştırma sonucunda stresle birlikte artış göstermiştir.

Klorofil miktarları değerlendirildiğinde; klorofil a'daki artış sadece tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarının %20'sinin uygulandığı deneme konusunda istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Klorofil b ve toplam klorofil miktarlarında ise brokolide stres arttıkça artış belirlenmiştir.

Vejetasyon boyunca sabit su kısıntıları uygulanan deneme konularından elde edilen brokoli taçlarında yapılan indirgen ve toplam şeker analizi sonuçlarına karşılaştırıldığında

yıllara göre miktar olarak değişimler gözlenmesine karşın stres ile birlikte artış olduğu görülmüştür.

Vitamin A, E ve C miktarlarındaki değişimlerin su stresi ile birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir. Su stresi ile birlikte en fazla vitamin C (askorbik asit) miktarının arttığı denemeler sonunda belirlenmiştir.

Yürütülen denemelerin diğer aşaması olan farklı gelişme dönemlerinde (erken vejetatif dönem, geç vejetatif dönem ve çiçeklenme dönemi) farklı miktarlarda (%80, %60, %40 ve %20) uygulanan su kısıntısı uygulamalarına göre brokolide önemli bazı değişimler saptanmıştır.

Yapılan dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre erken vejetatif dönemde yıllara göre 41,68–34,28 lt, 48,16–36,64 lt ve 54,81–45,03 lt arasında değişen sulama suyu uygulanmıştır. Geç vejetatif dönemde uygulanan sulama suyu miktarlarına bakıldığında ilk yıl 41,16–32,31 lt, ikinci yıl 48,40–37,60 lt ve üçüncü deneme yılında 53,73 -40,69 lt arasında sulama suyu deneme konularına verilmiştir. Gelişme dönemlerinin sonuncusu olan çiçeklenme döneminde ise 2008 yılında 40,95–31,36 lt, 2009 yılında 49.04–40,16 lt ve 2010 yılında 54.06–42.03 lt arasında sulama suyu uygulanmıştır.

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntısı uygulamalarına göre erken vejetatif dönem uygulamalarında ilk yıl sulama suyu miktarındaki azalışla birlikte 590,0–566,90 g/bitki, ikinci yıl 726,03–525,00 g/bitki ve üçüncü yıl 465,93–425,85 g/bitki verim elde edilmiştir. Geç vejetatif dönemde ise 2008 yılında 528,50–359,80 g/bitki, 2009 yılında 645,20–417,76 g/bitki verim elde edilirken 2010 yılında ise 417,17–302,10 g/bitki arasında değişen verim değerleri belirlenmiştir. Araştırmaya konu olan son gelişme döneminde ise ilk yıl 453,10–301,20 g7bitki, ikinci yıl 686,53–379,70 g/bitki ve üçüncü yılda 400,73–283,47 g/bitki verim elde edilmiştir.

Verim değerlerinin kontrol (%100) konusu ile karşılaştırılarak yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre erken vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarının verim üzerine etkisinin %95 güvenle önemsiz olduğu belirlenmiştir. Geç vejetatif dönemde ise uygulanan tüm su kısıntıları kontrol konusundan farklı grupta yer almışlardır. Araştırmanın en ilgi çeken sonuçlarının ise çiçeklenme döneminde uygulanan su kısıntılarının çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Brokolide çiçeklenme dönemi başladığında yapılacak su kısıntılarının verimde önemli kayıplara neden olduğu 3 yıl boyunca tekrar edilen deneme sonuçlarına göre belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde brokoli bitkisinin karşılaşacağı ağır su stresi ile verim miktarının yaklaşık olarak %50 düşüş göstereceği tespit edilmiştir.

Araştırmalar sonunda erken vejetatif dönemde su kısıntısı uygulanan deneme konularında belirlenen yaprak alanı değerleri; ilk yıl 5050,9–4147,8 cm², ikinci yıl 5530,3–4500,2 cm² ve üçüncü yıl 4578,7–4096,9 cm² arasında değişmiştir. Geç vejetatif dönemde uygulanan su kısıntısı değişimlerine göre 2008 yılında 4662,8–4296,9 cm², 2009 yılında 5394,8–4229,1 cm² ve 2010 yılında ise 4483,0–4253,5 cm² arasında değişen yaprak alanı değerleri belirlenmiştir. Deneme konularında çiçeklenme dönemi su kısıntısı uygulamalarına göre ölçülen yaprak alanı değerleri ilk yıl 5327,0–3998,6 cm², ikinci yıl 6167,4–4080,0 cm² ve üçüncü yıl 4855,2–3727,1 cm² olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistik analizler sonunda verim değerlerinde olduğu gibi erken vejetatif dönemde su kısıntısı uygulamalarında yaprak alanı değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Brokoli gelişiminin erken vejetatif olarak adlandırılan ilk döneminde uygulanan su kısıntısı sona erdiğinde yaprak gelişimi hızlı olarak artmış ve kontrol konusundan elde edilen değerlere yaklaşmıştır. Geç vejetatif dönemde uygulanan su kısıntılarındaki değerler ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Brokoli gelişiminde en önemli dönemlerden olan çiçeklenme başlangıcında ise bitkinin maruz kalacağı su kısıntısında yaprak alanı değerlerinin çok azaldığı gözlenmiştir.

Farklı dönemlerde uygulanan su kısıntılarına göre brokolide kuru madde birikimleri karşılaştırıldığında dönemlere göre istatistiksel değişimler görülmüştür. Her bir gelişme döneminde uygulanan su kısıntısı miktarları arttığında bitkilerde kuru madde birikimi artmıştır. Fakat genel su kısıntısı uygulamalarında olduğu gibi toplam yaş ağırlıklara göre karşılaştırıldığında çiçeklenme döneminde en ağır stres ile karşı karşıya bırakılan deneme konularında biomass birikimi daha fazla etkilenmiştir.

Bitkilerde pek çok ekolojik ve biyotik stres faktörlerine karşı savunma mekanizması oluşturan glikosinolatlar, farklı gelişme dönemlerinde strese maruz kalan brokolide farklı miktarlarda sentezlenmiştir. Dönemsel olarak en fazla glikozinolat artışı, çiçeklenme sırasında stres uygulanan brokolilerde görülmüştür. Tanık konu ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 2–2,5 kat daha fazla glikosinolat birikimi meydana gelmiştir. Bu sonuçlar da daha önceki parametrelerde olduğu gibi brokoli bitkisinin su stresine karşı en hassas döneminin çiçeklenme olduğunu ortaya koymaktadır.

Erken vejetatif, geç vejetatif ve çiçeklenme dönemlerinde uygulanan su stresine karşı yapraklarda prolin birikiminin arttığı görülmüştür. En az artış erken vejetatif dönem su kısıntısı uygulamalarında meydana gelirken, en fazla prolin artışı çiçeklenme dönemi uygulamalarında meydana gelmiştir. Deneme konularındaki içsel prolin birikiminde en dramatik artışın belirgin olarak bitkinin stres koşullarına en hassas olduğu çiçeklenme

döneminde gerçekleştiği belirlenmiştir. Tanık konuya uygulanan sulama suyu miktarına göre çiçeklenme döneminde %80 sulama suyu uygulanan deneme konusunda dahi prolin değerinin daha fazla olduğu saptanmıştır

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarına göre brokoli taçlarında belirlenen indirgen ve toplam şeker miktarları genel olarak kısıntı artışına göre fazlaşmıştır. İndirgen ve toplam şeker miktarları karşılaştırıldığında en ilgi çekici sonuçlar yine çiçeklenme döneminde su kısıntısı uygulanan deneme konularında elde edilmiştir.

Araştırmanın farklı dönemlerde su kısıntısı uygulanan konuları arasında Vitamin A, E ve C miktarları karşılaştırılmıştır. Hasat sonrasında tüm vitamin değerlerinin farklı dönemlerdeki su kısıntısı uygulamalarıyla artış gösterdiği belirlenmiştir. Erken vejetatif ve geç vejetatif dönemde su kısıntısına maruz bırakılan brokolide meydana gelen artışlar, çiçeklenme dönemindeki su kısıntılarına göre oransal olarak daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

Brokoli bünyesinde bulundurduğu glikosinolatlar, indoller, vitamin C, beta karoten, selenyum ve vitamin E gibi maddeler nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle brokoli bitkisinin, küresel ısınmanın da etkisiyle su stresine maruz kaldığında etkili su kullanımının ve bitkinin ihtiyacı olan su miktarının belirlenmesi amacıyla incelendiğinde; su kısıntısı ile birlikte verimde kayıplarla birlikte biyokimyasal verilerde değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir.

Dünyada su kısıntısı genellikle Afrika kıtası ve Ortadoğu ülkelerinde yaşanmaktadır. Ülkemizde 2011 yılı itibarıyla kişi başına düşen su miktarı yaklaşık 1652 m³ ile 2025 yılında ülke nüfusunun 80 milyonu bulacağı göz önüne alındığında bu değer 1400 m³'e kadar düşecektir. Hidrologlar yaklaşık 20 yıl kadar sonra Türkiye'nin su kıtlığı çeken ülkeler arasında yer alacağını öngörmektedirler. Bu durumda; ileriki yıllarda su sıkıntısı yaşayacağımız göz önünde bulundurulduğunda, su stresine karşı hassas grupta yer alan diğer bitkilerde olduğu gibi brokoli yetiştiriciliğinde de kısıtlamaların olacağını göstermektedir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde verimdeki önemsiz kayıplara göre su kısıntısının en fazla uygulanabileceği dönemin erken vejetatif dönem, bitkinin su stresine karşı en hassas olduğu dönemin ise çiçeklenme dönemi olduğu belirlenmiştir.

Önümüzdeki yıllarda yapılacak olan çalışmaların özellikle çiçeklenme dönemi göz önünde bulundurularak devam etmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abraham E., Rigo G., Szekely G., Nagy R., Koncz C., Szabados, L., 2003. Light-Dependent Induction of Proline Biosynthesis by Abscisic Acid and Salt Stress is Inhibited by Brassinosteroid in *Arabidopsis*. *Plant Mol. Biol.* 51: 363–372.
- Ahire R. K., Kale A. A., Munjal S., V., Jamdagni B.M., 2005. Induced Water Stress Influencing Proline Accumulation, Protein Profiles and DNA Polymorphism In Chickpea Cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology* 10 (3): 218–224.
- Ahmad I., Larheiz F., Mann A. F., McNally S. F., Stewart G., 1982. Nitrogen Metabolism of Holophytes. IV. Characteristics of Glutamine Synthase from *Trilochin maritima*. *New Phytologist*, 91: 585-595.
- Ahmad G., Jan A., Arif M., Jan M.T., Khattak R.A., 2007. Influence of Nitrogen and sulfur Fertilization on Quality of Canola (*Brassica napus* L.) under Rainfed Conditions. *Journal of Zhejiang University Science B* ISSN 1673–1581 (Print); ISSN 1862-1783 (Online).
- Agerbirk N., De Vos M., Kim J.H., Jander G., 2009. Indole Glucosinolate Breakdown and Its Biological Effects. *Phytochem Rev* 8: p. 101–120.
- Ain-Lhout F., Zunzunegui M., Diaz Barradas M.C., Tirado R., Clavijo A., Garcia Novo F., 2001. Comparison of Proline Accumulation in Two Mediterranean Shrubs Subjected to Natural and Experimental Water Deficit. *Plant Soil* 230: 175–183.
- Aires A., Rosa E., Carvalho R., Haneklaus S. and Schnug E., 2007. Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on the Mineral Composition of Broccoli Sprouts. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1035–1046.
- Akkan A.G., 1999. Vitaminler. *İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Akılcı İlaç Kullanımı Sempozyumu*. 14 Ocak 1999, İstanbul, s. 45–57.
- Ali G., Srivastava P.S., Iqbal M., 1999. Proline Accumulation, Protein Pattern and Photosynthesis in Regenerants Grown under NaCl Stres. *Biol. Plant.* 42: 89–95.
- Anonim 2010a. <http://millibirlik.hareketforum.com/tarim-cftcesnaf-sanay-f34/turkye-tarim-urunler-raporu-ya-sebze-ve-meyve-t91.htm>

- Anonim 2010b. <http://www.damlaayzeren.com/elmaarmut/sebzer.htm> erişim: 09.10.2010
- Anonim 2010c. <http://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Brokoli-yetistiriciligi-9.html> erişim:09.10.2010.
- Anonim 2010d. www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/sebze_cesitleri/brokoli_cesitleri/marathon_f1_brokoli_cesidi/marathon_f1/ erişim: 04.11.2010.
- Anonim 2010e. Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü. <http://www.canakkale-tarim.gov.tr> (Erişim Tarihi 5.10.2010).
- Anonim 2002. Brokolinin Ülsere Etkisi. *Hasat Dergisi Kasım 2002* s:27.
- Ashraf M., 1993. Effect of Sodium Chloride on Water Relations and Some Organic Osmotica in Arid Zone Plant Species *Melilotus indica* (L.) All, *Der Tropen*. 94: 95–102.
- Ashraf M., 1994a. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Crit. Rev. Plant Sci*. 13: 17–42.
- Ashraf M., 1994b. Organic Substances Responsible for Salt Tolerance in *Eruca sativa*. *Biol. Plant*. 36: 255–259.
- Ashraf M., Haris P.J.C., 2004. Potential Biochemical İndicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Science* 166: 3–16.
- Asrar G., Kanemasu E.T., Yoshida M., 2003. Estimates of Leaf Area Index from Spectral Reflectance of Wheat Under Different Cultural Practices and Solar Angle. *Remote Sens. of Environ*. 17(1) 1–11.
- Ayan B., 1994. Uzaktan Algılama Tekniklerinin Bitki Su Tüketimi ve Toprak Nem Düzeyi Tahminlerinde Kullanılması, *Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Seminer Notları*, Ankara.
- Bandurska H., 2004. Free Proline Accumulation in Leaves of Cultivated Plant Species under Water Deficit Conditions. *Acta Agrobotanica*. 57 (1/2) 57–67.

- Bandurska E., Rutkowska J., Klonowska B., Charemska D., Szymelfejnik E., 2004. Incidence of Type 1 Diabetes Mellitus in 15-29 Age Group in Warmia and Mazury Region Between 1994-2003. *Betologia* 47: 614-621.
- Berenguer C.L., Martinez-Ballesta M.C., Garcia-Viguera C., Carvajal M., 2008. Leaf Water Balance Mediated by Aquaporins under Salt Stress and Associated Glucosinolate Synthesis in Broccoli. *Plant Science* 174 321–328.
- Başaran M.S., 1979. Biber Salçası Yapım Tekniğinin Geliştirilmesi ve Salçanın Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü*. Doktora Tezi.
- Bates L. S., Waldren R. P. and Teare I. D. (1973) *Plant & Soil*, 39, s. 205.
- Bauer H., Senser M., 1979. Photosynthesis of Ivy (*Hedera helix* L.) after Heat Stress. II. Activity of Ribulose Biphosphate Carboxylase, Hill Reaction, and Chloroplast Ultrastructure, *Z. Pflanzenphysiol*, 91, 359–369.
- Ben-Asher J., Tsuyuki I., Bravdo B.A., Sagih M., 2006. Irrigation of Grapevines with Saline Water: I Leaf Area Index, Stomatal Conductance, Transpiration and Photosynthesis. *Agric. Water Manage.* 83, 13–21.
- Bessels M., 1980. Broccoli A Guide for Producers of Broccoli. *Royal Sluis Seed co. Publ.* 5209.
- Blokhina O., Violainen E., Fagerstedt K.V., 2003. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: A Review. *Ann. Bot.* 91, 179–194.
- Chun J., Lee L., Ye L., Exler J., Eitenmiller R.R., 2006. Tocopherol and Tocotrienol Contents of Raw and Processed Fruits and Vegetables in the United States Diet. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 196–204.
- Chung B. ve Strickland H.L., 1986. Effect of Sowing Time on the Once-Over Harvest Yield of Broccoli Cultivars in North-West Tasmania. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26(4) 497 – 500.
- Cohen S., Strien M.J., Bruner M., Klein I., 2000. Grapevine Leaf Area Index Evaluation by GAP Fraction Inversion. *Acta Hort.* 537: 87–94.

- Çakır R. 1999. Trakya Koşullarında Yetiştirilen Hibrit Mısırın Su Verim İlişkileri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, *Kırklareli Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları*, 62/41, 92, Kırklareli.
- Çakır R. 2004. Effect of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crops Research*, 89 (1): 1–16.
- Çakır R. and Çebi U., 2006. Growth and Dry Matter Accumulation Dynamics of Flue-Cured Tobacco under Different Soil Moisture Regimes. *Journal of Agronomy* 5 (1): 79–86.
- Çakır R and Cebi U., 2010. The Effect of Irrigation Scheduling and Water Stress on the Maturity and Chemical Composition of Virginia Tobacco Leaf. *Field Crops Research* 119: 269–276.
- Çakır R. 2011. Effect of Water Stress During Different Developmental Stages on Some Growth Indices of Flue-Cured Virginia Tobacco. *Research on Crops, Journal* Vol 12 (2) (August, in press).
- Doorenbos J., Kassam A.H., 1979. Yield Response to Water. *FAO Irrigation and Drainage Paper* No: 33, Rome, Italy.
- Eitenmiller R.R., Lee J., 2004. Vitamin E: *Food Chemistry. Composition and Analysis.* Marcel Dekker, New York.
- Eliades G., 1988. Irrigation of Greenhouse-Grown Cucumbers, *J. Hortic. Sci.* 63(2): 235–239.
- Erdem T., Arin L., Erdem Y., Polat S., Deveci M., Okursoy H., Gültas H.T., 2010. Yield and Quality Response of Drip Irrigated Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under Different Irrigation Regimes, Nitrogen Applications and Cultivation Periods. *Agricultural Water Management* 97: 681–688
- Erdem Y., Arin L., Polat S., Deveci M., Okursoy H., Gültas H.T., 2010. Crop Water Stress Index For Assessing Irrigation Scheduling of Drip Irrigated Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Agricultural Water Manage.* doi:10.1016/j.agwat.2010.08.013.

- Ertek A., Kanber R., 2000. Pamukta Uygun Sulama Dozu ve Aralığının Pan-Evaporasyon Yöntemiyle Belirlenmesi. *Turk J Agric For* 24: 293–300.
- Eşiyok D. ve Yoldaş F. 2001. Brokoli Yetiştiriciliği. Ege Üniv. *Tarımsal Araştırma Merkezi Yayın Bülteni*–37 ISSN1300–3518 Ocak–2001.
- Fahey J.W., Zalcmann A.T., Talalay P., 2001. The Chemical Diversity and Distrubituon of Glucosinolates and Isothiocyanates Among Plants. *Phytochemistry* 56: 5–51.
- Fan X., Sokorai K.J.B., 2005. Assessment of Radiation Sensitivity of Fresh-Cut Vegetables Using Electrolyte Leakage Measurement. *Postharvest Biology and Technology* 36(2): 191–197.
- Faulkner K., Mithen R. and Williamson G., 1998. Selective Increase of the Potential Anticarcinogen 4-Methylsulphinylbutyl Glucosinolate In Broccoli. *Carcinogenesis* 19(4): .605–609.
- Ferreria T.C., Carr M.K.V., 2002. Response of Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to Irrigation and Nitrogen in a Hot, Dry Climate. I. Water use. *Field Drops Research*, 78: 51–64.
- Finley J.W., 2005. Proposed Criteria for Assessing the Efficacy of Cancer Reduction by Plant Foods Enriched in Carotenoids, Glucosinolates, Polyphenols and Selenocompounds, *Ann. Bot.* 95: 1075–1096.
- Fowke J.H., Chung F.L., Jin F., Qi D., Cai Q., Conaeay C., Cheng J.R., Shu X.O., Gao, Y.T., Zeng, W., 2003. Urinary Isothiocyanate Levels, Brassica and Human Breast Cancer. *Cancer Research* 63: 3980–3986.
- Gallo K.P., Daughtry C.S.T., 1986. Techniques for Measuring Intercepted and Absorbed Photosynthetically Active Radiation in Corn Canopies. *Agron. J.*, 78: 752–756.
- Gençoğlan C., Yazar A., 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23: 233–241
- Gimeno E., Catellote A. I., Lamuela-Raventos R. M., De la Torre M. C., Lopez-Sabater M. C., 2000. Rapid Determination of Vitamin E in Vegetables Oils by Reversed-Phase

- High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 881: 251–254.
- Giorio P., Sorrentino G., d'Andria R., 1999. Stomatal Behaviour, Leaf Water Status and Photosynthetic Response in Field-Grown Olive Trees Under Water Deficit. *Environmental. Exp. Bot.* 42: 95–104.
- Gorbanli M., Hidari R., Nojavan M., Farboudnia T., 1998. The Effect of Water Stress on the Variation of Soluble Proteins and Amino Acids in Two Different Cultivars of Chickpea. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 29:67–77.
- Gutezeit B., 2004. Yield and Nitrogen Balance of Broccoli at Different Soil Moisture Levels, *Irrigation Science*, 23: 21–27.
- Günay A., 1983. Genel Sebze Yetiştiriciliği. *Cilt I. Çağ Matbaası*, Ankara.
- Hamidou F.; Zombre G., Diouf O.; Diop N. N., Guinko S., Braconnier S., 2007. Physiological, Biochemical and Agromorphological Responses of Five Cowpea Genotypes (*Vigna Unguiculata (L.) Walp.*) to Water Deficit Under Glasshouse Conditions. : *Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement* 11(3): 225–234.
- Handa S., Bressan R.A., Handa A.K., Carpita N.C., Hasegawa P.M., 1983. Solutes Contributing to Osmotic Adjustment in Cultured Plant Cells Adapted to Water Stress. *Plant Physiol.* 73: 834–843.
- Hatfield J.L., Allen R.G.E, 1996. Evapotranspiration Estimates Under Deficient Water Supplies. *J. Irrig. and Drain. Engineering*, 122(5): 301–308.
- Hell R., 1997. Molecular Physiology of Plant Sulfur Metabolism. *Planta* 202: 138–148.
- Hensen M., Moller, P. and Sorensen H., 1995. Glikosinolates in Broccoli Stored under Controlled Atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(6): 1069–1074.
- Heuer B., Nadler A., 1998. Physiological Response of Potato Plants to Soil Salinity and Water Deficit. *Plant Sci.* 137: 43–51.
- Hiroshi I.: 2000. Determination of Tocopherol Acetate in Emulsified Nutritional Supplements By Solid-Phase Extraction and High-Performance Liquid

- Chromatography with Fluorescence Detection. *Journal of Chromatography A*, 881: 243–249.
- Hsiao T.C., 1973. Plant Responses to Water Stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 519–570.
- Holden M., 1976. Chlorophyll in Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. 2 (T. W. Goodwin, Ed.). *Academic Press*, London, 1 –37.
- Hussein A., Odumeru J.A., Ayanbadejo T., Faulkner H., McNab W.B., Hager H., Szijarto, L., 2000. Effects of Processing and Packaging on Vitamin C and b-carotene Content of Ready-to-use (RTU) Vegetables. *Food Research International* 33: 131-136.
- Idso S.B., Jackson R.D., Pinter P.J, Hatfield J.L., 1981. Normalizing the Stres–degree–day Parameter for Environmental Variability. *Agriculture Meteorology.* 24: 45-55.
- Idso S.B., 1983. Stomatal Regulation of Evaporation From Well-Watered Plant Canopies: a New Synthesis, *Agriculture Meteorology* 29: 213 – 217.
- İmtiyaz M., Mgadla N.P, Chepete B., Manase S.K., 2000. Response of Six Vegetable Crops to Irrigation Schedules. *Agric. Water Manage.* 45: 331–342.
- Jackson R.D., 1982. Canopy Temperature and Crop Water Stress. *Advances in Irrigation*, v: 1, *Academic Press*, New York, 43–85.
- Jensen C.R., Mogensen V.O., Mortensen G., Fieldsend J.K., Milford G.F.J., Andersen M.N., Thag J.H., 1996. Seed Glucosinolate, Oil and Protein Contents of Field-Grown Rape (*Brassica napus* L.) Affected by Soil Drying and Evaporative Demand, *Field Crops Res.* 47: 93–105.
- Kaçar B., 1979. Genel Bitki Fizyolojisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 724:*. 288.
- Kaçar B., Katkat V., Öztürk,Ş. 2006. Bitki Fizyolojisi. *Nobel Kitabevi yayınları*.
- Kadayıfçı A., Yıldırım O., 2000. Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri. *Turk J Agric For* 24: 137–145.
- Kanber R., 1997. Sulama. *Çukurova Üniv. Zir. Fak. Ders Kitabı, Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: 52: 530*, Adana.

- Karagöz Ö., 2001. Çanakkale İlinin İklim Özellikleri ve Tarıma Olan Etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisans Bitirme Tezi*. Çanakkale.
- Karpinska J., Micoluc B., Motkowski R., Piotrowska-Jastrzebska J., 2006. HPLC Method for Simultaneous Determination of Retinol, α -Tocopherol and Coenzyme Q₁₀ in Human Plasma. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 42: 232-236.
- Kaya S., 2002. Çanakkale Yöresinde Bazı Sebze Türlerinin Organik Tarım Yöntemiyle Yetiştirilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kaynaş N., 1994. Bazı Şeftali ve Nektarin Çeşitlerinde Kurağa Mukavemetin Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü-Yalova. *Bilimsel Araştırma ve İncelemeler Yayın No:13*. 149.
- Kirsten W. J. 1983. Organic Elemental Analysis; Ultramicro, Micro, and Trace Methods for the Scientific and the Commercial Laboratory. *Academic Press*: New York, 61.
- Knipp G. ve Honermeier B., 2006. Effect of Water Stress on Proline Accumulation of Genetically Modified Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) Generating Fructans. *Journal of Plant Physiology* 163: 392—397.
- Kocsy G., Laurie R., Szalai G., Szilagyi V., Simon-Sarkadi L., Galiba G., Ronde J.A., 2005. Genetic Manipulation of Proline Levels Affects Antioxidants in Soybean Subjected to Simultaneous Drought and Heat Stresses. *Physiologia Plantarum* 124: 227–235.
- Korukçu A., Evsahibioglu A. N., 1987. Şekerpancarında Yaprak Alan İndeksi Değerlerinin Su Tüketimi Tahminlerinde Kullanılma Olanakları. *Şeker*, Sayı: 120, Yıl: 33: 29–38.
- Krauss R.M., Deckelbaum R.J., Ernst N., 1996. Dietary guidelines for Healty American Adults. *A Statement for Health Professionals from the Nutrition Committees American Heart Association*, 94: 1795–1800.

- Kurilich A.C., Tsau G.J., Brown A., Howard L., Klein B.P., Jeffery E.H., Kushad M., Wallig M.A. and Juvik J.A., 1999. Carotene, Tocopherol, and Ascorbate Contents in Subspecies of *Brassica oleracea*. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 1576-1581.
- Larkin,P.J., 1976. Purification and Viability Determinations of Plant Protoplasts. *Planta* 128: 213–216
- Lee S.K. and Kader A.A., 2000. Preharvest and Postharvest Factors Influencing Vitamin C Content of Horticultural Crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207–220.
- Locascio S.J., Smajstrla A.G., 1996. Water Application Scheduling by Pan Evaporation for Drip-Irrigated Tomato. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 121(1) 63–68.
- Ludy R. L. and Powelson M. L., 1997. Effect of Sprinkler Irrigation on Bacterial Soft Rot and Yield of Broccoli. *Plant Disease*, Volume 81, Number: 6: 614–618.
- Macgillivray J.H., 1952. Vegetable Production (PhD),188-191.
- Mailer R.J., McFadden A., Ayton J., Redden B., 2008. Anti-Nutritional Components, Fibre, Sinapine and Glucosinolate Content, in Australian Canola (*Brassica napus* L.) *Meal. J Am Oil Chem Soc.* 85:. 937–944.
- Martinez-Ballesta M.C., Martinez V. and Carvajal M., 2004. Osmotic Adjustment, Water Relations and Gas Exchanges in Pepper Plants Grown under NaCl or KCl. *Environ. Exp. Bot.*, 52: 161-174.
- McCai D.C., 1989. Thermal Damage of Chloroplasts Envelope Membranes, *Plant Physiol.*, 90: 606-609.
- Medeiros G.A., Arruda F.B., Sakai E., Fujiwara M., 2001. The Influence of Crop Canopy on Evapotranspiration and Crop Efficient of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agric. Wat. Manage.* 49: 211–224.
- Meyer M., Adam S.T., 2008. Comparison of Glucosinolate Levels in Commercial Broccoli and Red Cabbage from Conventional and Ecological Farming. *Eur Food Res Technol* 226: 1429–1437.

- Moreno P., Salvado V., 2000. Determination of Eight Water and Fat Soluble Vitamins in Multivitamin Pharmaceutical Formulations by High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 870: 207–215.
- Musick J.T., Jones O.R., Stewart B.A., Dusek D.A., 1999. Water Yield Relationships for Irrigated and Dryland Wheat in the U.S. Southern Plains. *Agronomy journal*. Nov/Dec 1994. 86 (6): 80–986.
- Nieuwhof M., 1969. Cole Crop. The University Press Aberdeen, London. *Institute of Horticultural Plant Breeding Wageningen*, Holland. 87–91.
- Nkoa R., Coulombe J., Desjardins Y., Tremblay N., 2001. Towards Optimization of Growth Via Nutrient Supply Phasing: Nitrogen Supply Phasing Increases Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) Growth and Yield. *Journal of Experimental Botany*, 52 (357):821–827, April, 2001.
- Oktem A., Simsek M., Oktem A., G., 2003. Deficit Irrigation Effects on Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt) with Drip Irrigation System in a Semi-arid region: I. Water-Yield Relationship. *Agricultural Water Management* 61(1): 163–74.
- Panigrahi B., Panda S.N., Raghuwanshi N.S., 2001. Potato Water Use and Yield Under Furrow Irrigation. *Irrigation Sci.* 20(4): 155–163.
- Pasakdee S., Banuelos G., Shennan C., Cheng W., 2006. Organic N Fertilizers and Irrigation Influence Organic Broccoli Production in Two Regions of California. *Journal of Vegetable Science*, 12: 4.
- Paschold P.J., Zengerle K.H., Kleber J., 2000. Influence of Irrigation on the Yield and the Nitrogen Balance of Broccoli (*Brassica oleracea* L. convar. *Botrytis* (L.) ALEF. var. *Italica* Plenck). *ISHS Acta Horticulturae 537 III International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*. Number of articles: 114(2): Place: Lisbon, Portugal.
- Pearson D., 1970. Analyses. Determination of L-Ascorbic Acid. *International Federation of Fruit Juice Producers* No:17.
- Pier J.W., Doerge T.A., 1995. Nitrogen and Water Interactions in Trickle-Irrigated Watermelon. *Soil Sci. Am. J.* 59(1): 145–150.

- Pimratch S., Jogloy S., Vorasoot N., Toomsan B., Patanothai A. and Holbrook C. C., 2007. Relationship between Biomass Production and Nitrogen Fixation under Drought-Stress Conditions in Peanut Genotypes with Different Levels of Drought Resistance. *J. Agronomy & Crop Science* 19.
- Poelman E.H., Ron J.F., Galiart H., Raaijmakers C.E., Joop J. A. van Loon and Van N.M., Dam, 2008. Performance of Specialist and Generalist Herbivores Feeding on Cabbage Cultivars is Not Explained by Glucosinolate Profiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 127: 218–228.
- Price A.H. and Hendry GAF. 1989. Stress and the Role of Activated Oxygen Scavengers and Protective Enzymes in Plants Subjected to Drought. *Biochemical Society Transactions*, vol 17(3): 493–493.
- Rachidi F., Kirkham M.B., Stone L.R., Kanemasu E.T., 1993a. Use of Photosynthetically Active Radiation by Sunflower and Sorghum. *Eur. J. Agron.*, 2(2): 131-139.
- Rachidi F., Kirkham M.B., Kanemasu E.T., Stone L.R., 1993b. Energy Balance Comparison of Sorghum and Sunflower. *Theor. Appl. Climatol.* 48: 29–39.
- Raggi V., 2005. Changes In Free Amino-Acids And Osmotic Adjustment in Leaves of Water-Stressed Bean. *Physiologia Plantarum* 91(3): 427–434.
- Randall H.C., Locascio S.J., 1988. Root Growth and Water Status of Trickle-Irrigated Cucumber and Tomato, *J. Am.Soc. Hortic. Sci.* 113(6): 830–835.
- Ratzka A., Vogel H., Kliebenstain D.J., Mitchell-Ols T., Kroyman J., 2002. Disarming the Mustard Oil Bomb. *Proceedings of The National Academy of Science* 99: 11223–11228.
- Reginato R.J. 1983. Field Quantification of Crop Water Stress. *Trans. ASAE* 26: 772–775.
- Rosa E.A.S., Rodrigues A.S., 2001. Total and Individual Glucosinolate Content in 11 Broccoli Cultivars Grown in Early and Late Seasons, *Hortscience* 36: 56–59
- Ross A. F., 1959. Dinitrophenol Methot for Reducing Sugar, In Potato Processing. Ed. W. F. Tulburt and O. Smith. S. P. 469 – 470. *Tavi Publishing co. Wesport, Connecticut.*

- Rungapamestry V., Duncan A.J., Fuller Z., Ratcliffe B., 2008. Influence of Blanching and Freezing Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) Prior to Storage and Cooking on Glucosinolate Concentrations and Myrosinase Activity. *Eur Food Res Technol* 227: 37–44.
- Ruilian Z. and Gang W., 1997. Water Stress Induced Changes in Protective Enzyme Activities and Effects of Proline Enhancement on Drought Resistance in Pea[J];*Acta Pratacultural Science*; 1997-04.
- Ryan J., Estafan G., Rashid A., 2001. Soil and Plant Analysis Laboratory Manual 2nd ed. ICARDA and NARS, Aleppo, Syria. 135–140.
- Rychlik M., ve Adam S.T., 2009. Glucosinolate and Folate Content in Sprouted Broccoli Seeds. *Eur Food Res Technol* 226: 1057–1064.
- Sankar B., Jaleel C.A., Manivannan P., Kishorekumar A., Somasundaram R., Panneerselvam R., 2007. Drought-Induced Biochemical Modifications and Proline Metabolism in *Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench. *Acta Botanica Croatica* 66(1) 43–56.
- Sarker B.C, Hara M., Uemura M., 2005. Proline Synthesis, Physiological Responses and Biomass Yield of Eggplants during and after Repetitive Soil Moisture Stres.
- Sarıkamış G., Roberts J., Mithen R., 2006. Brokolide Glukozinolat İçeriğinin Belirlenmesi. *VI. Sebze Tarımı Sempozyumu 19–22 Eylül 2006*. 271–274.
- Schreiner M., Beyene B., Krumbein A., and Stutzel H., 2009. Ontogenetic Changes of 2-Propenyl and 3-Indolylmethyl Glucosinolates in *Brassica carinata* Leaves as Affected by Water Supply. *J. Agric. Food Chem.* 57: 7259–7263.
- Schobert B., Tschesche H. 1978. Unusual salitior properties of proline and its interaction with proteins, *Biochem. Biophys. Acta*, 541: 270–277.
- Şehirali S., Erdem T., Erdem Y., Kenar D., 2005. Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Su Kullanım Özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11 (2): 212–216.

- Şener Ş., Erken O., 2004. Farklı Damla Sulama Düzeylerinin Biberde (*Capsicum annum*) Verim ve Kaliteye Etkileri. *V. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 21–24 Eylül 2004, Çanakkale*.
- Seow A., Yuan J.M., Sun C.L., Van Den Berg D., Lee H.P., Yu M.C., 2002. Dietary Isothiocyanates, Glutathione S-Transferase Polymorphisms and Colorectal Cancer Risk in the singapore Chinese Healty Study. *Carcinogenesis* 23: 2055–2061.
- Şimşek M., Şılbır Y., Gerçek S., Boydak E., Kasap Y., 2005. Mısır-Soya Birlikte Ekim Sisteminde Su-Verim ve Alan Eşdeğer Oranı İlişkisinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2): 147–153
- Şimşek M., Gerçek S., 2005. Yarı-Kurak Koşullarda Damla Sulamada Farklı Sulama Aralıklarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays L. indentata*) Su Verim İlişkilerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 36, Sayı 1.
- Singh J., Upadhyay A.K., Prasad K., Bahadur A., Rai M., 2007. Variability of Carotenes, Vitamin C, E And Phenolics in Brassica Vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis: an Official Publication of the United Nations University, International Network of Food Data Systems*, 20(2): 106–112.
- Sivaramakrishnan S., Patell V.Z., Flower D.J., Peacock J.M., 1988. Proline Accumulation and Nitrate Reductase Activity in Contrasting Sorghum Lines during Mid-Season Drought Stress. *Plant Physiol.* 74: 418–426.
- Stroeher V.L., Boothe J.G., Good A.G., 1995. Molecular Cloning and Expression of a Turgor-Responsive Gene in Brassica napus, *Plant Mol. Biol.* 27: 541–551.
- Sürmeli N., 2002. Brokkoli Yetistirciliği, Tarım ve Köyisleri Bakanlığı Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Arastırma Enstitüsü, *Çiftçi Brosürü*.
- Tan D.K.Y., Birch C.J., Wearing A.H. and Rickert K.G., 2006. Modelling Broccoli Development, Yield and Quality. Faculty of Agriculture, *Food and Natural Resources*, The University of Sydney, Sydney, Australia.

- Thompson T.L., Thomas A.D., Ronald E.G., 2002. Subsurface Drip Irrigation and Fertigation of Broccoli: I. Yield, Quality, and Nitrogen Uptake. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 186–192.
- Titley M.E., 1987. The Scheduling of Fresh Market Broccoli in Southeast Queens. Land for Exporting to Southeast Asian Markets from May to September. *Acta Horticulture* 198: 235–242.
- Upreti K.K., Murti G.S.R., Bhatt R.M., 1998. Response of French Bean Cultivars to Water Deficits: Changes in Endogenous Hormones, Proline and Chlorophyll. *Biologia Plantarum* 40(3): 381–388.
- Ünlü M., Kanber R., Senyigit U., Onaran H., Diker K., 2006. Trickle and Sprinkler Irrigation of Potato (*Solanum Tuberosum L.*) in The Middle Anatolian Region in Turkey. *Agric. Wat. Manage.* 79: 43–71.
- Vardar Y., 1972. Bitki Fizyolojisi Dersleri. I. Bitkilerin Metabolik Olayları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*. No: 37: 332.
- Vallejo F., Barberan F.A. and Garcia-Viguera C., 2002. Glucosinolates and Vitamin C Content in Edible Parts of Broccoli Florets after Domestic Cooking. *Eur Food Res Technol*, 215: 310–316
- Vallejo F., Barberan F.A., Benavente-Garcia A.G. and Garcia-Viguera C., 2003. Total and Individual Glukosinolate Contents in Inflorescences of Eight Broccoli Coltuvars Grown under Various Climatic and Fertilisation Conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 307–313 (in online, 2003).
- Vanderslice J.T., Higgs D.J., Hayes J.M., Block G., 1990. Ascorbic Acid and Dehydroascorbic Acid Content of Foods-Aseaten. *J. Food Compos. Anal.* 3: 105–118.
- Wang L., Liu D., Ahmed T., Chung F.L., Conaway C., Chiao J.W., 2004. Targeting Cell Cycle Machinery as a Molecular Mechanism of Sulforaphane in Prostate Cancer Prevention. *Int. J. Oncol* 24: 187–192.
- Wiedenfeld B., 2004. Scheduling Water Application on Drip Irrigated Sugarcane. *Agric. Wat. Manage.* 64: 169–181.

- Villalobos F.J., Orgaz F., Testi L., Fereres E., 2000. Measurement and Modeling of Evapotranspiration of Olive (*Olea europaea* L.) Orchards. *Eur. J. Agron.* 13: 155–163.
- Wilhelm W.W., Ruwe K., Schlemmer M.R., 2000. Comparison of Three Leaf Area Index Meters in a Corn Canopy. *Crop Science* 40: 1179–1183.
- Vural H., Eşiyok D., Duman İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme) Ders Kitabı. ISBN: 975–97190–0–2.
- Wurr D.C.E., Hambidge A.J., Fellows J.R., Lynn J.R., Pink D.A.C., 2002. The Influence of Water Stress During Crop Growth on the Postharvest Quality of Broccoli, *Postharvest Biology and Technology*, 25(2): 193-198.
- Wyn Jones R.G., Storey R. 1978: Salt Stress and Comparative Physiology in the Gramineae, IV. Comparison of Salt Stress in *Sportina Townsendii* and Three Barley Cultivars: *Aust. J. Plant Physiol*, 5: 839-850.
- Wyn Jones R.G., 1981. Salt Tolerance, in: C.B. Johnson (Ed.), *Physiological Processes Limiting Plant Productivity*, Butterworths, London, 271–292.
- Xu Q, Hoppe D, Chitnis VP, Odom WR, Guikema JA, Chitnis PR., 1995. Structural Organization of Photosystem I, In: Mathis, P. (Ed.), *Photosynthesis: From Light to Biosphere*, 87-90, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, The Netherlands,
- Yamaya T., Matsumoto H., 1989. Accumulation of Asparagines in NaCl-stressed Barley Seedlings. *Berichte Des Ohara Institut fur Landwirtschaftliche Biologie*, Okayama Universitat 19: 181–188.
- Yaralı F., Güvenç İ., 2010. Farklı Dikim Zamanlarının Değişik Brokkoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarı ve Verime Etkisi. *VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 23-26 Haziran 2010*, Van.
- Yıldırım O., 1996. Sulama Sistemleri II. Ankara Üniv. Zir. Fak., Genel Yayın No: 1449, *Ders Kitapları Yayın No: 429*, 289, Ankara.
- Yıldırım O.Z., Erözel M. A., Tokgöz F., Öztürk ve Yıldırım Y.E. 1994. Yeterli ve Kısıtlı Sulamanın Fasulye Verimine Etkileri. *Ankara Üniv. Ziraat. Fak. Yayınları*: 1340, *Bilimsel Araştırma ve İncelemeler*: 741. Ankara.

- Yolaş 2003. Brokkoli’de Sıcaklık Dikim Sıklığı ve Dikim Zamanlarının Generatif Gelişim ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*
- Yoldaş F., Esiyok D., 2004. Yayla Kosullarında Yapılan Brokkoli Üretiminde Fide Yaşı ve Bitki Sıklığının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, *Ege Tarım. Araş. Enst. Dergisi*, 60(2): 81–105, İzmir.
- Yoshiba Y., Kiyosue T., Nakashima K., Yamaguchi-Shiozaki K., Shinozaki K., 1997. Regulation of Levels of Proline as an osmolyte in Plants under Water Stress. *Plant Cell Physiol.* 38: 1095–1102.
- Young T.B., Wolf D.A., 1988. Case-Control study of Proximal and Distal Colon Cancer and Diet in Wisconsin. *International Journal of Cancer* 42: 167–175.
- Yuan B.Z., Sun J., Nishiyama S., 2004. Effect of Drip Irrigation on Strawberry Growth and Yield Inside a Plastic Greenhouse, *Biosystem Engin.* 872: 237–245.
- Yurtseven E., Baran H.Y., 2000. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokolide (*Brassica Oleracea Botrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi, *Turkish J. Of Agric. and Forestry*, 24: 185–190.
- Zareba G. and Serradelf N., 2004. Chemoprotective Effects of Broccoli and Other Brassica vegetables, *Drugs Fut.* 29: 1097–1104
- Zhao B., Seow A., Lee A.J., Poh W.T., The M., Eng P., Wang Y.T., Tan W.C., Yu M.C. Lee H.P. 2001. Dietary Isothiocyanates, Glutathione S-transferase-M1, -T1 Polymorphisms and Lung Cancer risk Among Chinese Woman in Singapore. *Cancer Epideiolpgy Biomarkers and Prevention* 10: 1063–1067.
- Zhang H.ve Oweis T., 1999. Water–yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management* Volume 38, Issue 3, 1 January 1999, 195–211.

TABLolar

Sayfa No

Tablo 1. Araştırmanın yürütüldüğü Āanakkale iline ait 1975–2010 yılları arasındaki bazı ortalama iklim verileri	18
Tablo 2. Araştırmanın yürütüldüğü 2008 yılına ait bazı iklim parametreleri	19
Tablo 3. Araştırmanın yürütüldüğü 2009 yılına ait bazı iklim parametreleri	20
Tablo 4. Araştırmanın yürütüldüğü 2010 yılına ait bazı iklim parametreleri	21
Tablo 5. Vejetasyon süresince tespit edilen toplam aylık sıcaklık değerleri	22
Tablo 6. Vejetasyon süresince tespit edilen aylık bağıl nem ortalama değerleri ..	22
Tablo 7. Vejetasyon süresince tespit edilen rüzgâr hızı ortalama değerleri	23
Tablo 8. Vejetasyon süresince tespit edilen ortalama güneşlenme süresi değerleri	23
Tablo 9. Vejetasyon süresince tespit edilen toplam buharlaşma değerleri	23
Tablo 10. Yıllara göre toprağın fiziksel parametreleri	24
Tablo 11. Yıllara göre saksı harcının kimyasal zellikleri	25
Tablo 12. Yıllara göre sulama suyu kimyasal analiz sonuĀları	25
Tablo 13. Araştırma yıllarında saksılara uygulanan sulama suyu miktarları (lt) .	36
Tablo 14. Araştırma yıllarında dönemsel su kısıntısı uygulanan konulara verilen sulama suyu miktarları (mm)	39
Tablo 15. Maraton brokoli Āeřidinde farklı sulama düzeylerinde yıllara göre toplam ana baş ve yan kol ağırlıkları	41
Tablo 16. . Maraton brokoli Āeřidinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında dönem iĀi kısıntılı su uygulaması yapılan araştırma konularına ait toplam ana baş ve yan kol verimleri	43
Tablo 17. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli Āeřidinde meyve taĀ Āapı (X) değerleri üzerine etkileri	46
Tablo 18. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli Āeřidinde meyve taĀ Āapı (Y) değerleri üzerine etkileri	47
Tablo 19. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli Āeřidinde meyve taĀ Āapı (X) değerleri	48

Tablo 20. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (X) değerleri	48
Tablo 21. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çapı (Y) değerleri	50
Tablo 22. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve bitki taç boyu değerleri	52
Tablo 23. Araştırma yıllarında vejetasyon süresince uygulanan su kısıntılarının Maraton brokoli çeşidinde meyve taç çevresi değerleri	53
Tablo 24. Araştırma yıllarında gelişme dönemlerine göre elde edilen taç boyu değerleri	55
Tablo 25. Araştırma yıllarında elde edilen taç çevresi değerleri	57
Tablo 26. Araştırma yıllarında belirlenen yaprak alanları (cm ²)	58
Tablo 27. Araştırma yıllarında farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarına göre belirlenen yaprak alanları (cm ²)	59
Tablo 28. Araştırma yılları sonunda elde edilen yaprak yaş ağırlıkları (g)	61
Tablo 29. Araştırma yılları sonunda elde edilen yaprak kuru madde oranları (%)	62
Tablo 30. Araştırma yılları sonunda elde edilen yaprak kuru ağırlıkları (g)	63
Tablo 31. Araştırma yılları sonunda elde edilen gövde yaş ağırlıkları (g)	64
Tablo 32. Araştırma yılları sonunda elde edilen gövde kuru madde oranları (%)	64
Tablo 33. Araştırma yılları sonunda elde edilen gövde kuru ağırlıkları (g)	65
Tablo 34. Araştırma yılları sonunda elde edilen toplam yaş ağırlıkları (g)	66
Tablo 35. Araştırma yılları sonunda elde edilen toplam kuru madde oranları (%)	67
Tablo 36. Araştırma yılları sonunda elde edilen toplam kuru ağırlıkları (g)	68
Tablo 37. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen yaprak yaş ağırlık değerleri	69
Tablo 38. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen yaprak kuru madde miktarları	70
Tablo 39. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen yaprak kuru ağırlıkları (g)	71

Tablo 40. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen gövde yaş ağırlıkları (g)	72
Tablo 41. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen gövde kuru madde miktarları	74
Tablo 42. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen gövde kuru ağırlıkları (g)	75
Tablo 43. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen toplam yaş ağırlıkları (g)	76
Tablo 44. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen toplam kuru madde miktarları	77
Tablo 45. Araştırma yılları sonunda dönemsel su kısıtı ile elde edilen toplam kuru ağırlıkları (g)	78
Tablo 46. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen Glikosinolat değerleri	79
Tablo 47. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen glikosinolat miktarları	80
Tablo 48. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen prolin miktarları	81
Tablo 49. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen içsel prolin miktarları	82
Tablo 50. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen klorofil a miktarları	83
Tablo 51. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen klorofil b miktarları	85
Tablo 52. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen toplam klorofil miktarları	86
Tablo 53. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen indirgen ve toplam Şeker miktarları.....	87
Tablo 54. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen indirgen ve toplam Şeker miktarları	88
Tablo 55. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen Vitamin A miktarları	89
Tablo 56. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen A vitamini miktarları	89
Tablo 57. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile	

araştırma konularından elde edilen Vitamin E miktarları	90
Tablo 58. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen E vitamini miktarları	92
Tablo 59. Vejetasyon süresince sabit olarak uygulanan su kısıntıları ile araştırma konularından elde edilen Vitamin C miktarları	93
Tablo 60. Dönemsel su kısıntıları ile elde edilen C vitamini miktarları	94
Tablo 61. 2009 yılı konular arasında belirlenen doku elektriki iletkenlik değerleri (%)	95
Tablo 62. 2010 yılı konular arasında belirlenen doku elektriki iletkenlik değerleri (%)	95
Tablo 63. Araştırma yıllarında MDS analizi için gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıkları	96
Tablo 64. Sulama suyu uygulamalarına göre bazı biyokimyasal parametrelerin gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları	97
Tablo 65. Dönemsel su kısıntıları ile bazı biyokimyasal özelliklerin gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları	102
Tablo 66. Yıllara göre bazı biyokimyasal parametreler arasındaki gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları	105
Tablo 67. Sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	108
Tablo 68. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	110
Tablo 69. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	111
Tablo 70. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile verim arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	112
Tablo 71. Sulama suyu miktarı ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	113
Tablo 72. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	115
Tablo 73. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	116
Tablo 74. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile glikosinolatlar	

arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	117
Tablo 75. Sulama suyu miktarı ile kükürt arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	118
Tablo 76. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile kükürt miktarı arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	119
Tablo 77. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile kükürt miktarı arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	120
Tablo 78. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile kükürt miktarı arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	121
Tablo 79. Kükürt miktarları ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	123
Tablo 80. Erken vejetatif dönemde kükürt miktarı ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	124
Tablo 81. Geç vejetatif dönemde kükürt miktarı ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	125
Tablo 82. Çiçeklenme döneminde kükürt miktarı ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	126
Tablo 83. Sulama suyu miktarı ile prolin içerikleri arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	128
Tablo 84. Erken vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	129
Tablo 85. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	130
Tablo 82. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	131
Tablo 87. Kükürt miktarı ile prolin içerikleri arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	132
Tablo 88. Erken vejetatif dönemde kükürt miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	134
Tablo 89. Geç vejetatif dönemde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	135
Tablo 90. Çiçeklenme döneminde sulama suyu miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	136

Tablo 91. Prolin içerikleri ile glikosinolatlar arasındaki denklem katsayıları, R^2 , r ve p değerleri	137
Tablo 92. Erken vejetatif dönemde glikosinolat miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	138
Tablo 93. Geç vejetatif dönemde glikosinolat miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	139
Tablo 94. Çiçeklenme döneminde glikosinolat miktarı ile prolin içeriği arasındaki denklem katsayıları, R^2 ve p değerleri	140

ŞEKİLLER	Sayfa
	No
Şekil 1. Deneme alanından bir görünüm	14
Şekil 2. Deneme yılları ile uzun yıllara ait ortalama günlük sıcaklık değerleri, (°C).....	15
Şekil 3. Deneme yılları ile uzun yıllar bağıl nem değerleri	16
Şekil 4. Araştırma yılları ve uzun yıllar ortalama günlük güneşlenme süreleri ...	16
Şekil 5. Deneme yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait aylık toplam buharlaşma miktarları, mm	17
Şekil 6. Deneme yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait aylık yağış miktarları, mm	17
Şekil 7. 2008 yılında bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi	97
Şekil 8. 2008 yılı biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri	98
Şekil 9. 2009 yılında bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi	99
Şekil 10. 2009 yılı biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri	99
Şekil 11. 2010 yılında bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi	100
Şekil 12. 2010 yılı biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri	101
Şekil 13. 2008 yılı farklı gelişme dönemleri sonunda bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi	102
Şekil 14. 2009 yılı farklı gelişme dönemleri sonunda bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi	103
Şekil 15. 2010 yılı farklı gelişme dönemleri sonunda bazı biyokimyasal özellikler bakımından uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimi	104
Şekil 16. 2008 yılı dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri	105
Şekil 17. 2009 yılı dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri	106

Şekil 18. 2010 yılı dönemsel su kısıntısı uygulamalarına göre biyokimyasal parametreler arasındaki MDS değerlendirmeleri	106
Şekil 19. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama su-verim ilişkileri	108
Şekil 20. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-verim ilişkileri	109
Şekil 21. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-verim ilişkileri	110
Şekil 22. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-verim ilişkileri	111
Şekil 23. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama sulama suyu miktarı-glikosinolat ilişkileri	113
Şekil 24. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-glikosinolat ilişkileri	114
Şekil 25. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-glikosinolat ilişkileri	115
Şekil 26. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-glikosinolat ilişkileri	116
Şekil 27. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama sulama-kükürt ilişkileri	117
Şekil 28. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-kükürt ilişkileri	119
Şekil 29. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-kükürt ilişkileri	120
Şekil 30. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-kükürt ilişkileri	121
Şekil 31. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama kükürt-glikosinolat ilişkileri	122
Şekil 32. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem kükürt-glikosinolat ilişkileri	124
Şekil 33. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem kükürt-glikosinolat ilişkileri	125
Şekil 34. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama	

çiçeklenme dönemi kükürt-glikosinolat ilişkileri	126
Şekil 35. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama sulama-prolin ilişkileri	127
Şekil 36. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem su-prolin ilişkileri	129
Şekil 37. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem su-prolin ilişkileri	130
Şekil 38. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi su-prolin ilişkileri	131
Şekil 39. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama kükürt-prolin ilişkileri	132
Şekil 40. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem kükürt-prolin ilişkileri	133
Şekil 41. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem kükürt-prolin ilişkileri	134
Şekil 42. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi kükürt-prolin ilişkileri	135
Şekil 43. Vejetasyon süresince sabit su kısıntıları oranları uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama prolin-glikosinolat ilişkileri	137
Şekil 44. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama erken vejetatif dönem prolin-glikosinolat ilişkileri	138
Şekil 45. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama geç vejetatif dönem prolin-glikosinolat ilişkileri	139
Şekil 46. Dönemsel su kısıntısı uygulanan deneme yılları ve üç yıllık ortalama çiçeklenme dönemi prolin-glikosinolat ilişkileri	140

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Okan ERKEN

Doğum Yeri ve Tarihi: BURSA/1977

EĞİTİM DURUMU:

Lisans: ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
BAHÇE BİTKİLERİ BÖLÜMÜ-1999

Yüksek Lisans: ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT
FAKÜLTESİ TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA BÖLÜMÜ-2004

Doktora: ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
BAHÇE BİTKİLERİ BÖLÜMÜ- 2012

BİLİMSEL FAALİYETLERİ:

YAVUZ, M.Y., YILDIRIM M., ÇAMOĞLU G., ERKEN O., 2007. Effect of Different Irrigation Levels on Yield, Water Use Efficiency and Some Quality Parameters of Tomato. The Philippine Agriculture Scientist, ISSN 0031-7454 Volume 90 No:41 December 2007.

YAVUZ, M.Y., DEMİREL, K., ERKEN, O., BAHAR, E., DEVECİLER, M., 2010. Emitter clogging and effects on drip irrigation systems performances. African Journal of Agricultural Research Vol. 5 (7), pp. 532-538

ERKEN, O., ŞENER, S., 2003. Çanakkale Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Biberde (Capsicum annuum) En Uygun Sulama Programının Belirlenmesi. IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 8-12 Eylül 2003, Antalya.

ŞENER, Ş., ERKEN, O., 2004. Farklı Damla Sulama Düzeylerinin Biberde (Capsicum annuum) Verim ve Kaliteye Etkileri. V. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, Çanakkale.

YAVUZ, M., Y., ÇAMOĞLU, G., ERKEN, O., 2004. Çanakkale Biga Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Domateste (Lycopersicon Esculentum) En Uygun Sulama Programının Belirlenmesi. V. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, Çanakkale.

YAVUZ, M., Y., ALTAY, H., ERKEN, O., ÇAMOĞLU, G., 2004. Organik Madde İçeriği Düşük Topraklarda Analiz Sonuçlarına Göre Uygulanan Gübre Dozunun Biga Yöresinde Yetiştirilen Sanayi Tipi Domateste Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi. V. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, Çanakkale.

ŞENER, S., YILDIRIM, M., BAHAR, E., DEMİREL, K., ERKEN, O., 2006. Kazdağları Su Kaynakları ve Biga-Kocabaş Çayı'nda Su Kalitesi Üzerinde Bir Araştırma, Kazdağları 2. Ulusal Sempozyumu, Çanakkale.

YAVUZ, M.Y., EGESEL, C.E., BAYTEKİN, B., ERKEN, O., DEMİREL, K., ÇAMOĞLU, G., 2007. Farklı sulama düzeylerinin farklı olgunluk düzeyine sahip hibrit mısırların verim ve su kullanımları üzerine etkisi. GAP V. Tarım Kongresi 17–19 Ekim 2007. Bildiriler kitabı, 275–281. Şanlıurfa.

K. DEMİREL, M.Y. YAVUZ, M. YILDIRIM, O. ERKEN, E. BAHAR, M. DEVECİLER., 2010. Organik Tarım Koşullarında Yetiştirilen Kavun Bitkisinde Sulama Uygulamalarının Verim ve Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkisi. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27 – 29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.

E. BAHAR, M. Y. YAVUZ, M. YILDIRIM, K. DEMİREL, O. ERKEN, M. DEVECİLER., 2010. Gökçeada'da Organik Olarak Yetiştirilen Soya Bitkisinde Farklı Sulama Düzeylerinin Verime Etkisi. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27 – 29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.

O. ERKEN, M. YILDIRIM, M. Y. YAVUZ, E. BAHAR, K. DEMİREL., 2010. Gökçeada Koşullarında Organik Olarak Yetiştirilen Yerfıstığında En Uygun Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27 – 29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.

ERKEN, O., ÖZTOKAT KUZUCU, C., 2010. İlkbahar Dönemi Brokkoli Yetiştirme Olanakları. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, YYÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 23-26 Haziran 2010, VAN.

ERKEN, O., ÖZTOKAT KUZUCU, C., ÇAKIR, R., 2010. Farklı Sulama Suyu Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) Verim Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, YYÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 23-26 Haziran 2010, VAN.

YILDIRIM, M., TEKİNER, M., BAHAR, E., DEMİREL, K., ERKEN, O., 2011. Çanakkale Koşullarında Damla Sulama ile Sulanan Biberde Bilgisayar Destekli Sulama Programlamasının Tarla Denemesi ile Karşılaştırılması. Çanakkale Tarımı Sempozyumu, 10-11 Ocak 2011, Çanakkale.

İŞ DENEYİMİ:

2000- Araştırma Görevlisi-Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

İLETİŞİM:

Yazışma Adresi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar
ve Sulama Bölümü

Telefon: 286 2180018/2026

e-posta : oerken@comu.edu.tr