

**KOLZA (*Brassica napus* L.) BİTKİSİNİN
TOPRAK-SU-ATMOSFER
İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Hüseyin T. GÜLTAŞ

Doktora Tezi

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yeşim ERDEM

2013

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**KOLZA (*Brassica napus* L.) BİTKİSİNİN
TOPRAK-SU-ATMOSFER
İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Hüseyin T. GÜLTAŞ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Yeşim ERDEM

TEKİRDAĞ-2013

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

KOLZA (*Brassica napus* L.) BİTKİSİNİN TOPRAK-SU-ATMOSFER İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Hüseyin T. GÜLTAŞ

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Yeşim ERDEM

Bu çalışmada, kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi altında, verim ve verim bileşenlerinin ve su-üretim fonksiyonlarının belirlenmesi, bitkinin suya en çok ihtiyaç duyduğu dönemlerde yapılacak olan destekleme sulama uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi ve bitkiye dayalı ölçüm tekniklerinden yararlanılması amaçlanmıştır. Araştırma, 2010-2012 yıllarında yürütülmüş, bitkinin farklı yetiştirme dönemleri dikkate alınarak tam sulama (III, her üç dönemde de sulanan konu), vejetatif (I00), çiçeklenme (0I0) ve olgunlaşma (00I) dönemlerinde sulama yapılan ve sulama suyu uygulanmayan (000) konular olmak üzere deneme oluşturulmuştur. Tekil lateralın karakteristik özelliği olan lateralden uzaklaştıkça su düzeylerinin yaklaşık doğrusal olarak azalması ilkesinden yararlanarak beş farklı sulama düzeyi (I₁ - I₅) oluşturulmuştur. Her bir deneme yılında gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri tam su alan (III) konunun laterale en yakın I₁ sulama düzeyinde en yüksek değere ulaşmış ve sırasıyla 941, 923 ve 730 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük değerler ise su uygulanmayan susuz (000) konuda sırasıyla 699, 698 ve 465 mm olarak gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek kolza verimi, III-I₁ düzeyinden araştırma yıllarında sırası ile 484, 491 ve 477 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Genel olarak farklı sulama uygulamalarının verim ve verim bileşenleri üzerine istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkileri olduğu görülmüştür.

En yüksek sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) sırasıyla 2,21, 2,57 ve 2,36 kg m⁻³ olarak olgunlaşma döneminde sulanan en düşük sulama düzeyinde elde edilmiştir. Su kullanım randımanları (WUE) ise, araştırmanın ilk yılında 0,44 – 0,58 kg m⁻³, ikinci yılında 0,34 – 0,63 kg m⁻³ ve son yıl 0,65 – 0,80 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Ayrıca, farklı sulama konularından elde edilen net gelirler incelendiğinde, çiçeklenme periyodunda su uygulaması yapılan 0I0 konusunda bu değer 4500 TL ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak en yüksek olduğu görülmektedir. Bu bakımdan tam su alan ve 3 sulama uygulaması yapılan konuya göre tek sulama gerçekleştirilen 0I0 konusu ön plana çıkmaktadır ve ilk olarak önerilebilir. Çalışmada, verim değerleri ile ortalama bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek “Y = -1762,5 CWSI + 717,6” doğrusal eşitliği elde edilmiştir. Sonuçta, bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının belirlenmesinde ve kolzanın verim tahmininde yararlanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kolza (*Brassica napus* L.), çizgi kaynaklı yağmurlama sistemi, su-üretim fonksiyonları, kalite parametreleri, bitki su stresi indeksi (CWSI), maliyet analizi

2013, 131 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DETERMINATION of SOIL-WATER-ATMOSPHERIC RELATIONS for RAPESEED (*Brassica napus* L.)

Hüseyin T. GÜLTAŞ

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

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Yeşim ERDEM

The primary objectives of this study are to determine yield, yield components and water-yield production function, under line source sprinkler irrigation method on rapeseed (*Brassica napus* L.) plants, and to evaluate the effect of supplemental irrigation at water sensitive growth stages along with employing plant based irrigation scheduling for this crop. This study was conducted during the 2009 through 2012, a field experiment was setup taking into consideration the different growing periods of the plant, and treatments were established as following: full irrigation (treatment that is irrigated in all three periods) (III), vegetative stages (I00), irrigating during flowering (0I0), early ripening (00I) periods and also non irrigated treatment (000). Using the principle of water distribution pattern, line source sprinkler irrigation method was used and, five different irrigation levels ($I_1 - I_5$) was established for each treatment. Seasonal crop water use values in each trial year were found to be the highest in the fully irrigated treatment, and were estimated as 941, 923, 730 mm, respectively. The lowest values were measured in the non-irrigated (000) treatment as 699, 698, and 465 mm, respectively.

As a result of the study, highest rapeseed yield was obtained from III- I_1 level as 484, 491, and 477 kg da⁻¹, respectively. Generally, different irrigation treatments and irrigation levels resulted in significantly different effect on yield and yield components. The highest irrigation water use efficiency (IWUE) was obtained from non-irrigated treatment (000) level as 2,21, 2,57, and 2,36 kg m⁻³, respectively. Water use efficiency values ranged between 0,44-0,58 kg m⁻³ in the first experimental year, 0,34-0,63 kg m⁻³ the second, and 0,65-0,80 kg m⁻³ the third. In addition, considering the net benefits obtained from the irrigation treatments, irrigation at flowering stage resulted in greatest net benefit of 4500 per hectare annually. In this regard, implementation of single growth stage irrigation instead of the fully irrigated treatment (three irrigation application) results in greatest net benefit so that 0I0 can be recommended. From this study, a linear equation of “ $Y = -1762,5 \text{ CWSI} + 717,6$ ” was obtained that can be used to predict yield values from average CWSI values. As a result, it was found that crop water stress index values can be used to determine irrigation time, and the estimation of rapeseed crop yield.

Key words: Rapeseed (*Brassica napus* L.), line source sprinkler irrigation, water - yield production, quality parameters, crop water stress index (CWSI), economical analysis

2013, 131 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Trakya Bölgesi ülkemizin en önemli tarımsal üretim bölgelerinden biri olmasına rağmen, İstanbul gibi büyük bir anakent nüfusunun bölgeye doğru hareketlenmesinden dolayı bu özelliğini gün geçtikçe kaybetmektedir. Kullanılabilir tatlı su kaynaklarının tarıma ayrılan payındaki azalmalar; iklim değişiklikleri, insan faaliyetlerine bağlı olarak kaynakların azalması ve kirlenmesi gibi birçok etken nedeniyle şiddetlenmektedir. Bu nedenle yürütülecek araştırmalar, su kaynaklarının etkin kullanımı ve geliştirilmesi, bitki su kullanım etkinliğinin artırılması ve birim alandan elde edilecek verim ile kaliteyi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmalıdır. İklim koşullarındaki değişim ile birlikte özellikle kuraklığın hüküm sürdüğü, ilkbahar yağış ortalamalarının da düşük olduğu yıllarda yapılacak destekleme sulamanın, tarımsal üretim ve kalitedeki artışı hızlandıracağı düşünülmektedir. Bunun da beraberinde çiftçi ekonomisine katkı, bölge kalkınmasına ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağı çok açıktır.

Tez konumu saptayarak, bilgi ve tecrübelerini aktaran, büyük bir sabır ve anlayışla, çok fazla emek sarf eden danışman hocam Sayın Doç. Dr. Yeşim ERDEM' e, arazi çalışmalarında, verim-kalite parametrelerinin belirlenmesinde ve laboratuvar analizleri sırasında, desteklerini esirgemeyen hocalarım Sayın Doç. Dr. Tolga ERDEM, Doç. Dr. Fisun KOÇ, Doç. Dr. Levent ÖZDÜVEN, Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA ve Doç. Dr. Ümit GEÇGEL' e; yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesinde Soyyiğit yağ fabrikasının laboratuvar imkanlarını bize sunan Sayın Cemil AYDOĞAN ve analizlerin yapılmasında yoğun emek sarf eden Gıda Yük. Müh. Belgin BAŞOL YILDIRICI' ya; denemenin yürütüldüğü arazi koşullarını bizlere sağlayarak, çiftliklerinin tüm imkanlarını hizmetimize sunan Sayın Talat KARAEVLİ ve Mehmet KARAEVLİ' ye; arazi çalışmalarım; tezin yazımı süresince her türlü desteği gösteren sevgili dostlarım Ziraat Yük. Mühendisi Levent TUNA, Ziraat Yük. Müh. Ali KAYHAN, Ziraat Yük. Müh. İlker BALABAN, Ziraat Yük. Müh. Abdülhakim BOSTANCI, Ziraat Yük. Müh. Sencer VARDAR, Ziraat Yük. Müh. Selçuk ÖZER ve Ziraat Müh. Ahmet YILMAZ' a, her sorunumda yanımda olan bölümüm ve Ziraat Fakültesindeki asistan arkadaşlarıma, bölümüm lisansüstü ve stajyer öğrenci kardeşlerime, en önemlisi eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim. Tezim, değerli insan rahmetli babam Av. Hikmet GÜLTAŞ ve rahmetli kardeşim Yrd. Doç. Dr. Hakan OKURSOY' a büyük bir saygıyla ithaf olunur.

Hüseyin T. GÜLTAŞ

SİMGELER DİZİNİ

atm	: Atmosfer
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
CWSI	: Bitki su stres indeksi
da	: Dekar
d _n	: Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)
d _t	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm)
E _a	: Sulama randımanı (%)
EC	: Elektriksel iletkenlik
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
H _m	: Manometrik yükseklik (m)
I	: Toprağın su alma hızı (mm h ⁻¹)
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
IRT	: İnfrared termometre
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m ⁻³)
WUE	: Su kullanım randımanı (kg m ⁻³)
kg	: Kilogram
kPa	: Kilopascal
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mm	: Milimetre
μ	: Mikron
π	: Pi sayısı (3.14159)
PE	: Polietilen
pH	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu (-) logaritması
PVC	: Polivinil klorür
r	: Yarıçap

R^2	: Belirtme katsayısı
q	: Başlık debisi ($L h^{-1}$)
Q	: Sistem debisi ($L s^{-1}$)
s	: Saniye
S_{yx}	: Standart hata
t	: Ton
T	: Bir sezondaki toplam sulama süresi (h)
T_a	: Sulama süresi (h)
TL	: Türk Lirası
VPD	: Buhar basıncı açığı (kPa)
Φ	: Boru çapı (mm)
γ_t	: Toprağın hacim ağırlığı ($g cm^{-3}$)
ΔS	: Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm)
%	: Yüzde

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Kolza Bitkisi (<i>Brassica napus</i> L.) Su-Verim İlişkileri.....	4
2.2. Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Sulama Sistemi ile Yapılan Çalışmalar	10
2.3. Bitki Su Stresinin Belirlenmesinde Bitkisel Yaklaşımlar.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma alanının yeri.....	20
3.1.2. İklim özellikleri.....	20
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya.....	20
3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması.....	21
3.1.5. Sulama sistemi.....	24
3.1.6. İnfrared termometre ve termohigrometre	26
3.1.7. Kullanılan kolza tohumu özellikleri.....	26
3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	26
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri.....	27
3.2.2. Toprağın su alma hızının ölçülmesi	27
3.2.3. Tarım tekniği	27
3.2.4. Araştırma konuları ve deneme düzeni.....	28
3.2.5. Sulama suyu uygulamaları.....	31
3.2.6. Bitki su tüketiminin saptanması.....	32
3.2.7. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı	32
3.2.8. Su – üretim fonksiyonları ve verim ilişkileri.....	33
3.2.9. Kolza verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesi.....	33

3.2.10. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin saptanması.....	34
3.2.11. Maliyet analizleri.....	36
3.2.12. İstatistiksel analizler.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	39
4.1. Kolza Bitkisinin Fenolojik Gözlemlerine İlişkin Sonuçlar.....	39
4.2. Sulama Sonuçları.....	39
4.3. Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	42
4.4. Verim ve Verim Bileşenlerine İlişkin Sonuçlar.....	43
4.4.1. Toplam verim.....	43
4.4.2. Bin dane ağırlığı.....	54
4.4.3. Kuru madde içeriği.....	56
4.4.4. Protein oranı.....	58
4.4.5. Yağ oranı.....	59
4.4.6. Yağ asitleri.....	63
4.4.6.1. Oleik asit miktarı.....	63
4.4.6.2. Linoleik asit miktarı.....	63
4.4.6.3. Erusik asit miktarı.....	67
4.5. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanına ilişkin sonuçlar.....	69
4.6. Su – üretim fonksiyonları ve verim ilişkileri.....	72
4.7. Bitki su stres indeksi (CWSI).....	75
4.8. Maliyet analizi sonuçları.....	78
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	81
6. KAYNAKLAR	84
EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ	131

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Araştırma alanı.....	21
Şekil 3.2. Yetiştirme dönemine ilişkin iklim elemanlarının aylık değişimi.....	23
Şekil 3.3. Deneme alanında yer alan su kaynağı.....	24
Şekil 3.4. Tarımsal işlemlere ait görüntüler.....	29
Şekil 3.5. Deneme düzeni.....	30
Şekil 3.6. Alt parsel ayrıntısı.....	30
Şekil 3.7. Kolza verim ve verim parametrelerinin belirlenmesine ilişkin görüntüler.....	35
Şekil 4.1. Kolza bitkisinin yetiştirme dönemlerine ait bazı görüntüler.....	41
Şekil 4.2. Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2009/2010 yılındaki zamansal değişimi.....	46
Şekil 4.3. Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2010/2011 yılındaki zamansal değişimi.....	48
Şekil 4.4. Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2011/2012 yılındaki zamansal değişimi.....	50
Şekil 4.5. Araştırma yıllarında deneme konularında elde edilen sulama suyu kullanım randımanı değişimi.....	71
Şekil 4.6. Araştırma yıllarında deneme konularında elde edilen su kullanım randımanı değişimi.....	71
Şekil 4.7. Araştırma yıllarında mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen toplam verim.....	73
Şekil 4.8. Oransal bitki su tüketimi azalmasına karşı oransal verim azalışı ilişkisi ve verim tepki etmeni (k_y).....	74
Şekil 4.9. Kolza bitkisi için alt ve üst sınır çizgileri: En yüksek ve en düşük stres koşullarında yaprak–hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler.....	76
Şekil 4.10. Deneme konularına ilişkin CWSI değerleri değişimleri (2011 yılı).....	77
Şekil 4.11. Kolza bitkisi için CWSI – verim ilişkisi.....	77
Şekil 4.12. Yağmurlama yöntemiyle farklı düzeylerde sulanan kolza bitkisi yetiştiriciliğinde toplam masraf, toplam gelir ve net gelirin sulama konularına göre değişimi.....	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1939 -2011).....	22
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	25
Çizelge 3.3. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri.....	25
Çizelge 3.4. Sulama suyu analiz sonuçları.....	25
Çizelge 3.5. Araştırmada yer alan sulama konuları.....	30
Çizelge 3.6. Sulama sistem unsurlarının servis ömürleri.....	38
Çizelge 3.7. Farklı sulama yöntemleri için 1 hektarlık alanda gerekli işgücü süresi (h).....	35
Çizelge 4.1. Araştırma yıllarında kolza bitkisinin gelişme dönemleri.....	40
Çizelge 4.2. Araştırma yıllarında kolza bitkisinin gelişme dönemlerinde uygulanan sulama suyu miktarları	44
Çizelge 4.3. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve kolza bitkisinin mevsimlik su tüketimleri (mm).....	45
Çizelge 4.4. Araştırma yıllarında konulara göre kolza bitkisinin ortalama verim değerleri (kg da ⁻¹).....	53
Çizelge 4.5. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen verim değerleri varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.6. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen verim değerlerine ilişkin Duncan grupları.....	54
Çizelge 4.7. Araştırma yıllarında deneme konularına ilişkin ortalama bin dane ağırlığı değerleri (g).....	55
Çizelge 4.8. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlığı değerleri varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.9. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlıklarına ilişkin Duncan grupları.....	56
Çizelge 4.10. Araştırma yıllarında deneme konularına göre kuru madde içerikleri (%).....	57
Çizelge 4.11. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama kuru madde içeriği değerleri varyans analizi sonuçları.....	57

Çizelge 4.12. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama kuru madde içeriklerine ilişkin Duncan grupları.....	58
Çizelge 4.13. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama protein oranı değerleri (%).....	59
Çizelge 4.14. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama protein oranı değerlerinin varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.15. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama protein içeriklerine ilişkin Duncan grupları.....	60
Çizelge 4.16. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama yağ oranı değerleri (%).....	61
Çizelge 4.17. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama yağ oranı değerlerinin varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.18. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama yağ oranlarına ilişkin Duncan grupları.....	62
Çizelge 4.19. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama oleik asit içerikleri (%).....	64
Çizelge 4.20. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama oleik asit içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları	64
Çizelge 4.21. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama oleik asit içeriklerine ilişkin Duncan grupları.....	65
Çizelge 4.22. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama linoleik asit içerikleri (%).....	66
Çizelge 4.23. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama linoleik asit içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	66
Çizelge 4.24. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama linoleik asit içeriklerine ilişkin Duncan grupları.....	67
Çizelge 4.25. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama erusik asit içerikleri (%).....	68
Çizelge 4.26. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama erusik asit içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	68

Çizelge 4.27. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama erusik asit içeriklerine ilişkin Duncan grupları	69
Çizelge 4.28. Araştırma yıllarında deneme konularında elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri (kg m^{-3}).....	70
Çizelge 4.29. Kolza bitkisinin büyüme mevsimi boyunca oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri.....	74
Çizelge 4.30. 1 ha arazi büyüklüğünde çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi ile sulanan kolza bitkisinde farklı sulama konularında elde edilen maliyet unsurları.....	79

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde temel kaynağı oluşturan tahıllar ve endüstri bitkileri beslenmeyi tamamlayıcı ve dengeleyici rol oynamaktadır. Dünyada ekiliş alanları giderek artış gösteren önemli bir yağ bitkisi olan kolza (*Brassica napus* L.), çeşitli alanlarda kullanımı oldukça yaygın olan endüstri bitkileri grubuna girmektedir.

FAO 2011 yılı verilerine göre, dünyada toplam 33,7 milyon ha alanda kolza ekimi yapılmakta olup, üretim 62,5 milyon ton' dur. Bu üretim değerleriyle dünyada soyadan sonra en fazla üretilen ikinci yağlı tohumlu bitkidir. Buna karşın, Fransa, Almanya, Polonya gibi çoğu Avrupa ülkesinde kolza üretimi ilk sıradadır. Ülkemizde ise 27 bin ha alanda, yaklaşık 91 bin ton verim alınmaktadır (Anonim 2011). Türkiye üretiminin yaklaşık 72 bin ton' u, 21 bin ha' lık ekiliş alanı ile en fazla Trakya Bölgesinden elde edilmektedir. Bölgede toplam ekiliş alanı ve üretim miktarları 2007 yılına göre, yaklaşık 6 kat artış göstermiştir.

Ülkemizde 1970' li yılların ortalarında ekilişinin yasaklanmasına neden olan, insan ve hayvan sağlığına olumsuz etki yapan içeriğindeki erusik asit ve glukosinolat maddelerinin oranları düşürülerek ıslah edilen ve "00" olarak adlandırılan tohumlukların kullanılması ve Tarım Bakanlığının desteği ile üretim, özellikle 2000 yılından itibaren yeniden önemli oranlarda artış göstermiştir (Odabaşı ve Taşkaya 2004). Türkiye' nin dışa bağımlı olduğu ve her yıl 2 milyar dolardan fazla para ödediği yağlı tohumlardaki açığını kapatmada kolzadan elde edilen yağ önemli katkı sağlayacaktır. Kolza yağı, ülkemizde yoğun olarak kullanılan yağlarla rekabet edebilecek kadar iyi niteliklidir. Çok düşük miktarlarda doymuş yağ asidi, oldukça yüksek oranlarda oleik asit (%60) ve linoleik asit (%10) içermektedir. Bu özelliklerinden dolayı toplam kolesterol ve LDL kolesterol oranlarını düşürmekte, diğer yağ asitlerini dengeleyici özellikler göstermekte ve insan sağlığı üzerine olumlu etkiler yapmaktadır (Hamam ve Shahidi 2005). Bunun yanı sıra; yetiştirilen ayçiçeği, mısır, soya gibi yağ bitkilerinin sezon itibarıyla üretimlerinin bulunmadığı ya da yeterli olmadığı koşullarda kolzanın alternatif bir yağ bitkisi olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Özkolsarıcı 2006, Süzer 2008). Ayrıca, ülkeler artan enerji ve yakıt ihtiyaçlarını karşılayabilmek için günümüzde farklı arayışlara girmişlerdir. Değerlendirilmekte olan seçeneklerden bir tanesi de biyodizeldir. Bu anlamda kolza, su eksikliğine dayanıklı bir bitki olması ve ülkemizin yağış miktarı ile mevsimsel dağılımlarının yeterli olması nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak, uygun yağışın olmadığı yetiştirme dönemlerinde, kolzaya destekleme sulama yapılmasının verim ve kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediği, bu konuda yürütülen çalışmalarda

(Nielsen 1997, Al-Barrak 2006, Buttar ve ark. 2006, Faraji ve ark. 2009) görülmektedir. Bu yönüyle kolza bitkisi, ilgi çekici ve araştırmaya değer olarak algılanmaktadır.

Ayrıca, ülkemizde ekiliş alanları giderek artış gösteren, Trakya bölgesinde tarım alanlarının büyük kısmını kaplamaya başlayan kolza, petrolden sonra en fazla döviz ödediğimiz sektör olan bitkisel yağ açığımızın kapatılmasında en iyi alternatifi oluşturmuş ve ekonomiye önemli ölçüde katkı sağlamaya başlamıştır. Kolza bölgede kışlık olarak yetiştirilmesi nedeniyle ayçiçeğine destek olabilecek, bunun yanı sıra erken hasat edilmesinden dolayı ikinci ürün yetiştiriciliğine ve yağ fabrikalarının erken işleyişine olanak sağlayan, ayçiçeğine göre verim ve gelir açısından daha yüksek paya sahip önemli bir yağ bitkisidir. Üretim bölge içinde pazarlama sorunu olmadan değerlendirilmektedir. Bölgede yer alan birçok yağ fabrikası kolza üretiminin artışıyla tam kapasiteyle çalışmaya başlamış, hatta üretimin bir kısmı ihraç edilir hale gelmiştir.

Trakya bölgesinde, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen sanayinin bu mevcut kaynakları, kalite ve kantite açısından her geçen gün daha büyük boyutlarda tehdit etmesi tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Diğer yandan, bölgede iyi mekanizasyon, bilinçli gübreleme, etkin tarımsal mücadele, iyi tohumluk seçimi gibi etmenlerin sağladığı verim artışı belirli düzeye ulaşmış ancak bu düzeyde yetersiz görülmeye başlamıştır. Yörede ulaşılan üretim değerlerini daha da arttırmanın yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamalarının hayata geçirilmesidir.

İklim koşullarındaki değişim ile birlikte özellikle kuraklığın hüküm sürdüğü, ilkbahar yağış ortalamalarının da düşük olduğu yıllarda yapılacak destekleme sulamanın üretim ve kalitedeki artışı hızlandıracağı düşünülmektedir. Bunun da beraberinde çiftçi ekonomisine katkı, bölge kalkınmasına ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağı çok açıktır. Ancak bu şekilde tarımsal üretimin, artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılaması, yerel ve yabancı pazarlarda rekabet edebilmesi, böylelikle belki de bölgede verimli tarım alanlarının sanayi sektörüne geçmesi önlenebilecektir.

Ayrıca yapılacak olan çalışmalar ile uzun yıllardır klasik ayçiçeği–buğday ekim nöbeti uygulayan, gübre, ilaç ve tarımsal mekanizasyon alanlarındaki yenilikleri çok yakından izleyen Trakya çiftçisine; araştırmalar sonunda elde edilen sonuçlar ile, su kullanım etkinliğini ve verimi en yüksek kılan yeni sulama uygulamalarının, dünyada kullanılan yeni sulama teknolojileri ile birlikte anlatılması ve milli gelir ile ekonomik açıdan sağlayacağı katkının açıklanması planlanmaktadır. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu ve mevcut su ile yüksek kalite ve verimin arandığı Trakya Bölgesi gibi bölgelerde, iyi bir sulama programının

geliştirilmesinin gerekliliği nedeniyle, toprak - bitki ve atmosfer ilişkileri çok iyi irdelenerek, mevcut bitki su stresi modellerinin bölge koşullarında uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Yürütülecek araştırmalar, birim alandan elde edilecek verimi ve kaliteyi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmalıdır. Tarımsal üretimin arttırılmasında, toprak ve su kaynaklarının optimal kullanıma olanak sağlayacak biçimde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar arasında sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran, tarımsal üretimde kararlılığı ve ekonomi ile sosyal düzenin dengede tutulmasını sağlayan çok yönlü bir uygulamadır (Korukçu 1992).

Trakya Bölgesi gibi su kaynaklarının kısıtlı ve kirlenmekte olduğu yörelerde, hızla artan kuraklık tehdidine karşı senaryoların geliştirilebilmesi için, yaygın olarak tarımı yapılan bitkilerin ve özellikle bölgeye hızlı bir giriş yapmış olan kolzanın tarımsal gelişiminin iyi tanımlanması, uygun sulama zamanı programlaması ile bitki su tüketiminin en doğru şekilde belirlenmesi amaçlanmaktadır. Son yıllarda, kolzanın farklı su stresi düzeylerine bağlı olarak üretim miktarlarının bitki ve iklim koşullarına göre değişiminin araştırıldığı çalışmaların sayısı da artmış bulunmaktadır (Al-Barrak 2006, Tahir ve ark. 2007, Faraji ve ark. 2009).

Özellikle yağış miktarı ve dağılımının yetersiz olduğu yıllarda destekleme sulamanın, çiftçinin ekonomik gücü dikkate alınarak, bölgede yağmurlama yöntemi ile rahatlıkla uygulanabileceği öngörülmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda;

- Çizgi kaynaklı yağmurlama sulama yöntemi ile farklı su uygulamaları altında yetiştirilecek kolzanın, tam sulama ve iklim koşullarında, bitkinin su tüketimi belirlenecek ve uygun sulama programları geliştirilmeye çalışılacaktır.
- Bölge koşullarında yetiştiricilik düzeyi yüksek kolzada, sulama zamanı planlamasında bitki su stresinin belirlenmesinde toprağa dayalı ölçümler dışında, bitki belirteçleri ve atmosferi esas alan ölçümlerden yararlanılması ve geliştirilecek ilişkilerin verim tahmininde kullanım olanaklarının araştırılması sağlanacaktır.
- Araştırma süresince toprakta su içeriği ile bitki fizyolojisine dayalı birçok parametre izlenecek ve elde edilen sonuçlar ile su-üretim fonksiyonları arasındaki ilişkiler incelenecektir. Elde edilen veriler önce bölge koşulları daha sonra ülke koşulları için ekonomik açıdan değerlendirilecektir.

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

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kolza Bitkisi Su-Verim İlişkileri

Kolza bitkisine (*Brassica napus* L.) ait açıklamalara tarihi ve orijini net bilinmemekle birlikte, M.Ö. 2000-1500 yıllarındaki Hindistan Sanskrit belgelerinde, M.Ö. 500-200 yıllarına ait eski Yunan, Roma ve Çin belgelerinde rape ya da hardal olarak rastlanmaktadır. Avrupa' da erken Ortaçağ' dan itibaren ve özellikle 13. yüzyıl Belçika ve Hollanda arşivlerinde, elde edilen yağının ev ve sokak aydınlatma lambalarında kullanıldığı, ilerleyen zamanlarda ise buhar enerjisi üreten makinelerde kullanılmaya başladığı anlatılmaktadır.

Kolza taksonomide Rhoadales takımı, Brassicaceae (Cruciferae) familyasında bulunmaktadır. Aynı zamanda çiçeklerinin dört kollu olması haça benzetilmiş ve haçlı çiçekliler olarak adlandırılmıştır. *Brassica rapa* (*Brassica campestris*) ve *Brassica oleracea* arasında doğada kendiliğinden oluşan melezleme sonucu meydana geldiği belirlenmiştir. Dünyada en çok bilinen türleri; Arjantin (*Brassica napus*), Polonya (*Brassica rapa*) ve Hindistan (*Brassica juncea*) varyeteleridir.

Kolza bitkisinin ticari olarak ilk kez Kanada ve Avustralya' da sırasıyla 1942 ve 1969 yıllarında ekimi yapılmıştır. Yabani türlerde elde edilen yağlarında %50 erusik asit ve yüksek oranda glikosinolat bulunmasından dolayı Kanada' da ıslah edilmiş ve bu varyeteye bilinen ismiyle "Kanola (Canadian Oilseed Low Acid)" denilmiştir. Önemli bir yağ bitkisi olan kolza (*Brassica napus* L.) dünyada yüksek ekiliş oranlarına sahiptir. Özellikle Kanada, ABD, Avustralya, Çin, Hindistan, Güney Amerika ve Kuzey Avrupa' da vb. birçok gelişmiş ülkede tarımı yapılan bitkiden yüksek verim ve kaliteli ürün alınmaktadır.

Kolza bitkisi kışlık ve yazlık olarak yetiştirilebilmektedir. Ülkemizde genellikle kışlık kolza tarımı yapılmaktadır. Kışlık kolza, kışa kar altında -15 °C' ye kadar dayanıklıdır. Ancak kışa girerken kuvvetli kök oluşturması ve rozetleşmesini tamamlamış olması gerekmektedir. Bunun içinde Ekim ayı başında tavlı toprağa ekilmeli ve çıkışı sağlanmalıdır. Kuraklık nedeniyle kuruya ekilmiş ise bir çıkış suyu verilmesi zamanında bitki çıkışını ve kış gelmeden bitkinin yeterince kuvvetlenmesini sağlar. Kolza iyi drene edilmiş orta bünyeden ağır bünyeye kadar olan toprak gruplarında yetiştirilmektedir. Toprakların pH içeriklerinin 6,0-7,0 aralığında olması uygundur. Su göllenen, sel altında kalan ya da kötü drenaja sahip arazilerde verim kalite özellikleri çok keskin oranlarda düşmektedir. Kolza bitkisi, kumlu ve hafif topraklar dışında hemen her toprakta yetişmektedir. En iyi yetiştiği toprak; humuslu, derin yapılı, nötr veya hafif alkali ve hafif asitli topraklardır. Derin köklü bir bitki olması sebebiyle

toprak havalanmasına katkı sağladığı, dolayısıyla münavebeye alınabilecek bitki türlerinden olduğu açıklanmıştır.

Son yıllarda yürütülen araştırmalar, su kaynaklarının etkin kullanımı ve geliştirilmesi, bitki su kullanım etkinliğinin arttırılması ve birim alandan elde edilecek verim ile kaliteyi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır. Dünyada ve ülkemizde özellikle yağlı tohum açığına kapatmada bir alternatif olan ve dünyada hızlı bir artış gösteren kolza bitkisinin, su-üretim fonksiyonlarına ilişkin araştırmaların sayısı da artmaya başlamıştır.

Nielsen (1996) yaptığı çalışmada kolza bitkisini çizgi kaynaklı yağmurlama sistemi ile sulamış, su kullanım özellikleri, bitkinin fizyolojik parametrelerini, verim ve verim bileşenlerini değerlendirmiştir. Kolza bitkisi su kullanım özellikleri bakımından değerlendirildiğinde yaklaşık olarak her mm suya karşılık 7,73 kg ha⁻¹ tohum verimi alındığını ifade etmiştir. Bitkinin dane dolumu döneminde su kısıtına karşı çok hassas olduğunu, vejetatif dönemde en düşük hassasiyete sahip olduğu araştırmacı tarafından açıklanmıştır. Sulamalar sonucu doğrusal bir verim artışı ile birlikte, tohum yağ oranlarında da artış meydana gelmiş ve %34-44 aralığında verim alınmıştır. Ayrıca araştırmacı, su stresinin kolza üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için infrared termometre tekniğinden yararlanılabileceğini açıklamıştır.

Poma ve ark. (1999) yürüttükleri çalışmada, kolza bitkisinin ekofizyolojik özellikleri ve agronomik değerleri üzerine topraktaki nem değişimlerinin etkilerini araştırmışlardır. Sicilya İtalya' da yürütölen çalışmada 3 tekerrürlü olarak üç farklı toprak nem düzeyi oluşturulmuş, bunun yanında kolzanın 2 farklı çeşidi kullanılmıştır. En iyi gelişimin ve alınan en yüksek verimin toprak nem içeriğinin yapılan sulamalarla tarla kapasitesinde tutulduğu ve stress yaratılmayan konudan elde edildiği açıklanmıştır. Nem ve sıcaklığın bitki gelişimi üzerine etkilerinin olduğu, bitkideki kol, harnup ve tohum sayısının değiştiği de ayrıca belirtilmiştir.

Triboi-Blondel ve Renard (1999) tarafından yapılan çalışmada, kışlık kolza çeşidi olan "Samourai" kullanılarak, farklı sıcaklık (18/10°C and 26/18°C gece/gündüz) ve su stresi (%50) koşullarında verim- verim parametreleri, metrekaresindeki harnup sayısı, metrekaresindeki tohum sayısı vb. özellikleri incelenmiştir. Alınan sonuçlar, bahsi geçen parametreler üzerine yüksek sıcaklık ve su stresi koşullarının son derece olumsuz etkiler yaptığını göstermiştir. Ayrıca araştırmada su stresinin ve sıcaklık değişimlerinin, doymuş yağ asitleri üzerine etkileri incelenmiş, yağ asitleri kompozisyonunun sıcaklık ve su kısıtına bağlı olarak değiştiği açıklanmıştır.

Kenaf bitkisi (*Hibiscus cannabinus* L.) ve kolza (*Brassica napus* L.) ABD Kaliforniya' da sulu tarım yapılan alanlarda yem bitkileri ve bitkisel arıtım için potansiyel alternatifler olarak görülmektedir. Bununla birlikte, bu bitkilerin sulu tarım içerisindeki su tüketimlerinin bilinmediği, ancak üretimlerinin arttırılmasının olumlu bir gelişme olacağı belirtilmiştir. Üç yıl sürdürülen çalışmada 3 kenaf (ilkbahar yetiştiriciliğinde) ve 1 kolza çeşidi (sonbahar yetiştiriciliğinde) kullanılmıştır. Her iki bitkide 5 farklı sulama düzeyi (62 - 359 mm) kullanılarak sulanmıştır. Sulamayla birlikte sürgün kuru madde verimi, yaprak-doku oranı en optimum düzeyde, %125 olarak bitki su ihtiyacının karşılandığı konuda elde edilmiştir. Ancak köke ait kuru madde içeriğinde sulama uygulamaları ile etkin bir değişiklik olmadığı açıklanmıştır (Banuelos ve ark. 2002).

Öz (2002), Bursa' da farklı ekim zamanlarının kışlık kolza çeşitlerinde, verim ve verim unsurları üzerine etkilerini ortaya koyabilmek ve en uygun ekim zamanını saptamak amacıyla 1999-2001 yılları arasında deneme yürütmüştür. Araştırmada iki kışlık kolza çeşidi (Coctail ve Bristol) ve 3 farklı ekim zamanı (15 Ekim, 01 Kasım ve 15 Kasım) denenmiştir. Çalışmada 2 yılda elde edilen sonuçlara göre, ekim zamanlarının incelenen tüm parametreleri önemli düzeyde etkilediği açıklanmıştır. Kullanılan çeşitler arasında ise bitki boyu, yan dal sayısı ve bitkide harnup sayısı bakımından farklılıklar önemli, harnupta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimi yönünden farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Alınan sonuçlara göre ekim zamanındaki gecikme, verim ve verim bileşenlerini etkilemiş, 15 Ekim tarihine göre sırasıyla 01 Kasım ve 15 Kasım ekimlerinde tohum verimlerinin %24 ve %52 oranında düştüğü açıklanmıştır.

Milroy ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, Avustralya' nın derin, düzlük kumsal arazilerinde kolza ve buğday bitkisinin kök gelişiminin aşamaları incelenmiş, toprak özelliklerinin ve kompaksiyon uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkileri olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılacak olan çalışmalar sonucu, Batı Avustralya buğday kuşağı olarak adlandırılan bölgede bitkilerin su ve azot gibi besin elementlerini topraktan alımlarını etkileyen kısıt unsurlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kolzadan (*Brassica napus* L.) alınan verim, sıcaklık ve su stresi koşulları altında oldukça azalmaktadır. Özellikle çimlenme ve çıkış aşamasının ilk zamanlarında özellikle düşük sıcaklıklar ve don etkisi olumsuzluklar meydana getirmektedir. 2002-2004 yıllarında yapılan çalışmada Montana, ABD' de; (i) erken bahar ekimlerinin tohum yağ oranı ve verimi üzerine olan etkileri, (ii) temel sıcaklık değerlerinin çimlenme ve çıkışa etkileri ve (iii) erken bahar ekimi için en uygun varyete belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Mart ve erken

Nisan ekimlerinin en uygun zamanlar olduğu ve bu ekimlerde verim kalite parametrelerinin istenilen seviyelerde olduğu belirtilmiştir (Chen ve ark. 2005).

Zengin (2005) Akdeniz Bölgesi sahil kuşağında farklı ekim zamanlarının kanola bitkisi verim ve verim unsurlarına etkisi ile en uygun ekim zamanını belirlemek için deneme kurmuşlardır. Denemeler 2004-2005 yıllarında iki farklı lokasyonda yürütülmüştür. Dört kışlık çeşit ve altı farklı ekim zamanı kullanılmıştır. Denemede tohum verimi, bin dane ağırlığı, yetiştirme süresi, harnuptaki tane sayısı vb. verim ve kalite parametreleri ile fizyolojik özellikler incelenmiştir. Ekim zamanlarının verim ve bileşenlerine etkilerinin olduğu, ekim süresinin gecikmesi durumunda verimin azaldığı açıklanmıştır.

Al-Barrak (2006) yaptığı çalışmada Suudi Arabistan' da Al-Hassa bölgesinde, kumlu topraklarda farklı sulama aralıkları ve gübre seviyelerinin uygulandığı kolza bitkisi üzerine etkilerini araştırmıştır. Yedi ve on dört gün sulama aralıklarında sulanan kolzada en yüksek tohum ile hektara yağ veriminin alındığını ancak yağ oranlarının pek etkilenmediğini açıklamıştır. Azot oranlarının bütün karakterler üzerine önemli etkilerinin olduğu, ancak hasat indeksi ve yağ oranları üzerine etkilerinin olmadığı görülmüştür. En yüksek su kullanım randımanının on dört gün sulama aralığında alındığı belirtilmiştir. Genel olarak on dört gün sulama aralığı, $650 \text{ m}^3 \text{ su ha}^{-1}$ ve $120-180 \text{ kg N ha}^{-1}$ gübre dozunda en yüksek verim, yağ oranı ve su kullanım oranlarına ulaşıldığı açıklanmıştır.

Buttar ve ark. (2006), Pencap Hindistan' da yaptıkları çalışmada, pamuk yetiştiriciliği sonrasında yapılan kolza ekiminde 3 farklı sulama ve azot gübreleme konusu ile 4 farklı ekim yöntemi konusu oluşturmuşlardır. Ön bitki olan pamuk tarımında kullanılmış olan karıkların bozulmadan aynı yerlere kolza fidelerinin şaşırtılabilirliği, uygulanan sulama suyu miktarına etkileri ve karıklar bozulup yeniden yapıldığında harcanacak olan enerji giderlerinin değişimi de araştırma süresince incelenmiştir. Azot konusu olarak hektara 100 - 150 kg olarak uygulanan konularda tohum veriminde önemli miktarda artış gözlenmiştir. Ayrıca hazır olan karıklara kolzaların şaşırtılması sonucunda uygulanan sulama suyunda sırasıyla iki yılda %30 ve %47 azalma sağlanmıştır. Su kullanım randımanlarının %27-34 artış gösterdiği açıklanmıştır.

Hindistan genellikle yağış bakımından yeterli miktarlara sahip bir ülkedir. Fakat yağışın dağılımında düzensizlikler görülmektedir. Yağışın yaklaşık %80' i (1000-2000 mm) yağışlı sezon denilen Haziran-Eylül ayları aralığında düşmekte, birçok ürün yetiştirme sezonunda yağış miktarı önemli düzeyde eksik gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmada üç farklı yağ bitkisi; keten (*Linum usitatissimum* L.), aspir (*Carthamus tinctorius* L.), kolza (*Brassica juncea* L.) kullanılmış; destekleme sulamalar altında fenolojik özellikler ve su-

verim ilişkileri incelenmiştir. Yaprak alanları, kuru madde gibi bitki fizyolojik özellikleri de farklı sulama düzeyleri altında takip edilmiştir. Ekilmiş olan yağ bitkileri için bitki katsayıları (k_c) su bütçesi yaklaşımına göre hesaplanmıştır. Elde edilen LAI (yaprak alan indeksi) değerleri ile k_c ' ler arasında güçlü ilişkiler bulunmuştur. Su kullanım randımanı değerlerinin $0,88-2,45 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ arasında, verim değerlerinin ise $246-938 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Kar ve ark. 2007).

İstanbuluoğlu ve ark. (2010) tarafından, kolzanın farklı sulama düzeyleri altında verim, yağ verimi, mevsimlik bitki su tüketimi vb. parametrelerinin belirlenmesi amacıyla bir deneme yürütülmüştür. Bristol çeşidi kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre oluşturulan çalışmada, kolza bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde 8 farklı sulama uygulaması oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, sulamanın ve su stresinin etkilerinin tane verimi, bin tane ağırlığı, içerdiği yağ miktarı ve diğer verim parametreleri üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada su azlığı koşullarında şayet tek sulama yapılması düşünülüyorsa, bunun çiçeklenme evresinde uygulanmasının en fazla faydayı sağlayacağı açıklanmıştır. Çiçeklenme ve olgunlaşma periyotlarında meydana gelebilecek su eksikliğinin kolza tarımında ciddi verim azalmalarına sebep olacağı belirtilmiştir. Denemede en yüksek verim değeri, çiçeklenme, dane oluşumu ve olgunlaşma aşamalarında optimum suyu alan konudan elde edilmiş, mevsimlik sulama suyu ihtiyacı ve bitki su tüketimi değerleri sırasıyla 251 ve 715 mm olarak belirtilmiştir. En yüksek tane veriminin ise aynı konuda 480 kg da^{-1} olarak gerçekleştiği açıklanmıştır.

Moaveni ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, 4 farklı sulama konusu (kontrol konusu, sulamanın çiçeklenmede, harnup oluşumunda ve olgunlaşmada kesildiği konular) ve 3 farklı tohum çeşidi kullanılarak deneme kurulmuş ve kolza bitkisinin kuraklık stresine karşı olan tepkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarında kuraklık stresinin yağ ve ürün verimi, harnup sayısı ve bin dane ağırlığı gibi verim parametreleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu açıklanmıştır. Ayrıca yağ verimi üzerine kuraklık stresinin çok yüksek düzeyde azaltıcı bir etki yaptığı açıklanmıştır.

Bilibio ve ark. (2011) tarafından Almanya' da yapılan çalışma, sera koşullarında büyük tanklar içerisinde kolza bitkisinin su azlığına karşı olan reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Evapotranspirasyonun %0, 30, 60 olarak dikkate alınıp su kısıdı yaratıldığı denemede; bitkilerde, gövde çapı, bitki boyu, yaprak sayısı, yan dal sayısı ve harnup sayısı gibi parametreler haftalık olarak kaydedilmiş; ürün verimi, yağ oranları, protein içeriği sonuçları denemenin sonunda istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bitki

boyu, protein içeriği ve yağ oranlarını su kısıdı koşullarının istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği açıklanmıştır.

Giderek su kaynaklarının azalması dolayısıyla su azlığı oluşmaya başlaması ve bunun tarımsal bitki yetiştiriciliği üzerine olan etkileri, özellikle yağ bitkileri yetiştiriciliğine olan talebin yoğun olarak artmaya başladığı bu dönemlerde, İran' da kolza bitkisinin değişik su kısıtlarına karşı tepkilerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Elverişli toprak nem içeriğinin %30 (L1), 50 (L2), 70 (L3) ve 100 (L4) oranlarında sağlandığı koşullarda, birbirini takip eden kök oluşumu, çiçeklenme ve harnupların oluşmaya başlaması dönemlerinde verim karakteristikleri, harnuplardaki tohum sayıları, 1000 dane ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Sonuçta su azlığının anılan parametrelerde negatif etkiler yaptığı, vejetatif gelişmeyi azaltarak ürün verimini düşürdüğü açıklanmıştır (BirunAra ve ark. 2011).

Doğan ve ark. (2011) Şanlıurfa' da Harran ovasında destekleme sulamanın 2006-2007 ve 2008-2009 yıllarında kanola (*Brassica napus* L. cv. Elvis F1) yetiştiriciliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yağmurlama sulama sisteminin kullanıldığı denemede A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın değişik seviyelerde uygulandığı 5 farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Her iki yıl tam sulama yapılan konuda uygulamalar sırasıyla 250 ve 225 mm gerçekleşmiştir. Bitki su tüketimleri de aynı konuda 462 ve 449 mm olarak bulunmuştur. Kanolanın su kullanım etkinliğinin alınan verim ve sulamalar ile güçlü ilişkileri olduğu açıklanmıştır. Destekleme sulamalar ile verimin arttığı ancak optimum verimin tam sulama uygulamasında alınacağı açıklanmıştır.

Maleki ve Mirshekari (2011) tarafından Tebriz İran' da, 3 farklı kolza çeşidi üzerinde sulamanın etkilerini belirleyebilmek için 2008-2009 yılları yetiştiricilik mevsiminde araştırma yapılmıştır. A sınıfı kaptan olan buharlaşma göz önüne alınarak kurulan denemede konular 75 (S0), 100 (S1), 125 (S2) ve 150 (S3) mm su uygulamaları olarak oluşturulmuş; 3 farklı kışlık kolza çeşidinin [Mardna (V1), Okapi (V2) ve SLM 047 (V3)] farklı sulama uygulamaları altında bin dane ağırlığı, harnup sayısı, yağ içeriği ve yağ verimi gibi parametrelerin değişimleri incelenmiştir. Sıcaklık değişimlerinin, su stresinin kolzada verim ve verim parametreleri üzerine etkilerinin önemli olduğu belirtilmiştir. Maksimum ve minimum bin dane ağırlıkları sırasıyla 3,8 ve 2,8 g olarak S₂V₂ ve S₃V₂ konularında gerçekleşmiş, maksimum tohum ve yağ verimi için ise 14 gün sulama aralığının en fazla yarar sağlayacağı araştırmacılar tarafından açıklanmıştır.

Hamzei ve Soltani (2012), tarafından kolza bitkisinin radyasyon kullanım etkinliği (RUE), toprak üstü kuru madde miktarı (ADM) ve yaprak alan indeksi (LAI) gibi spesifik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışma 2006-2007 yıllarında İran' da kuzey-doğu

araştırma istasyonunda yürütülmüştür. Araştırmada, düşük düzey (LN, 8 g N m⁻²), normal düzey (NN, 12 g N m⁻²) ve yüksek düzey (HN, 16 g N m⁻²) olmak üzere 3 farklı azot dozu ile üç farklı sulama düzeyi (IR₁: 7500, IR₂: 4500 ve IR₃: 3000 m⁻³ sulama suyu/ ha) konusu oluşturulmuştur. Araştırmacılar verim, ADM, yaprak alan indeksi, azot besin indeksi (NNI), yapraktaki klorofil miktarı, PAR ve RUE değerlerini kayıt altına almışlardır. Alınan sonuçlar ve yapılan değerlendirmeler neticesinde IR₂ x NN uygulamasının kullanılması, maksimum verim elde edilebileceğinden dolayı tavsiye edilmiştir.

2.2. Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Sulama Sistemi ile Yapılan Çalışmalar

Tarımsal sulamaya ayrılan su miktarı, kentsel kullanım ve çevre kirliliği nedeniyle giderek azalmaktadır. Bu nedenle sulama sistemlerinin kısıntılı su kullanma koşullarına göre planlanması ve işletilmesi önem kazanmaktadır. Böyle bir uygulama için öncelikle verim ile sulama arasındaki ilişkileri ortaya koyan kapsamlı çalışmalara gerek vardır. Anılan çalışmalar çok sayıda yöntemle ele alınabilmektedir. Bu amaçla ortaya konulan ve bir çok çalışmada kullanılan yöntemlerden biri de; Hanks ve ark. (1976) ve Watts ve ark. (1979) tarafından esasları ayrıntılı bir biçimde açıklanan çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemidir (Kanber ve ark. 1994). Söz konusu sistemin özelliği, yağmurlama lateral hattı boyunca eş su dağılımının sağlanması ve lateralden uzaklaştıkça uygulanan su miktarının yaklaşık doğrusal olarak azalmasıdır (Yazar ve ark. 1990).

Sistem uygun işletme basıncında ve sakin rüzgar koşullarında çalıştırıldığında yağmurlama başlıkları üçgen şeklinde bir su dağılımı profili verir. Yaratılan eş su dağılımı düzeyi ile başlıklar arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Güvenilir eş su dağılım düzeyine, başlık aralıklarının ıslatma çapının en fazla %10-25' i olduğunda ulaşılmaktadır. Çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemlerinin kullanıldığı çalışmalarda parsel ortasında tek lateral işletildiği gibi amaca göre, aynı anda iki lateralde çalıştırılabilir. Böylece bitkinin gelişme dönemlerinde tam su alması yanında, sulama suyunun belirli oranlarda azaltılmasının etkilerinin de ortaya çıkarılması mümkün olmaktadır (Kanber ve ark. 1994).

Bu konuda ülkemizde yapılan ilk çalışma Yazar ve ark. (1990) tarafından Çukurova koşullarında ikinci ürün soya bitkisinde yürütülmüştür. Çalışmada, yağmurlama laterallerinde su dağılımı esas alınarak farklı sulama düzeyleri oluşturulmuştur. Bu amaçla yağmurlama laterallerinden biri tam sulama hattı diğeri ise eksik sulama hattı diye adlandırılmıştır. Her iki lateral aynı anda çalıştırıldığında parselde tam ve eşit su uygulanmıştır. Laterallerden biri çalıştırıldığında anılan hattan çeperlere doğru giderek azalan bir su dağılımı sağlanmıştır.

Ayrıca lateralden ıslatılan alan sınırına doğru gidildikçe verimin ve su tüketiminin azaldığı gözlenmiştir. Bitki büyüme mevsimi birbirinden farklı üç döneme ayrılmıştır. Farklı deneme konularından elde edilen veriler kullanılarak su-verim fonksiyonları belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, evapotranspirasyon ile verim arasında %1 düzeyinde önemli doğrusal ilişkinin bulunduğunu göstermiştir. Oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı arasındaki doğrusal ilişkilerin eğimlerinden, dane dolumu ve olgunlaşma döneminin su stresine en duyarlı dönem olduğu ortaya konulmuştur. Bu ve bunun gibi bir çok araştırma göstermektedir ki, yöntem bitki üretim fonksiyonlarının izlenmesinde faydalı bir şekilde kullanılabilir.

Aragües ve ark. (1992) tarafından tuzluluğun bitkiler üstündeki etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada, 3 hatlı çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır. Aynı zamanda sistemin avantajları ve kullanımda olabilecek sorunlar araştırılmıştır. Dıştaki iki lateral ile temiz su ortadaki (merkez) üçüncü lateralde tuzlu su uygulanmıştır. Bu deneme düzeni iyi bir uygulama ile suyun optimum dağılımını sağlamıştır. Tuzlu su uygulamalarında doğrusal bir tuz dağılımı lateralin her iki tarafında gözlenmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Araştırmacılar, bitkiler üzerinde tuzun etkilerini belirlemek için çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sisteminin kullanılabilirliğini; ancak yüksek yıkama randımanı, vejetatif aksamdan düşük miktarda tuz alan bitkilerin seçilmesi ve düşük rüzgar hızı koşullarında uygulamanın yapılması gibi faktörlerin dikkate alınması gerektiğini açıklamışlardır.

Siopongco ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi kullanarak yağışın geliş süresi (sıklığı) ve yoğunluğu hakkında kullanılabilir bir program oluşturup oluşturamayacaklarını araştırmışlardır. Bu programlama ya da denemeleri yaparak kuru sezonda çeltik yetiştiriciliğinde kullanmak üzere bir sulama programı geliştirmeye çalışmışlardır. Bunun için çeşitli sulama derinlikleri ve sıklıklarını içeren 6 farklı konu oluşturmuşlar ve bu uygulamaların çeltik verim - kalite parametrelerine pozitif yönde etki ettiğini, ayrıca çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sisteminin yağış benzeri sulama simülasyonları yapmakta kullanılabilirliğini açıklamışlardır.

Köksal (1995) Tarsus Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü arazilerinde ikinci ürün mısır bitkisinin suya bağlı üretim fonksiyonlarının belirlenmesi, su-verim ilişkilerini ortaya koyan farklı modellerin incelenmesi amacıyla yürüttüğü araştırmada, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama tekniğinden yararlanarak farklı su düzeyleri ve farklı sulama programları oluşturmuştur. Bitkiler farklı büyüme dönemlerinde sulanmıştır. Tam su alan konuya ilk yıl 587 mm, ikinci yıl 477 mm sulama suyu verilmiştir. Diğer sulama düzeylerine uygulanan su

miktarları, I_1 konusuna göre lateralden uzaklaştıkça doğrusal olarak azalmış ve I_5 konusunda en alt düzeye düşmüştür.

Harran ovası koşullarında yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan pamuk bitkisine ilişkin su-üretim fonksiyonlarının elde edilmesi amacıyla, çizgi kaynaklı laterallerden yararlanılarak farklı sulama düzeyleri yaratılmıştır. Yağmurlama sulamadan elde edilen veriler kullanılarak pamuk su tüketimi ile kütlü verimi arasında istatistiksel açıdan önemli doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Bu sonuçlardan yararlanılarak oransal su açığı ile oransal verim azalışları arasındaki ilişkiyi gösteren verim tepki etmeni k_y değerleri hesaplanmıştır (Yazar ve ark. 1999a).

Çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi Sonoran Çölü Arizona, Amerika' da kurak, terk edilmiş arazilerde yeni türler adapte etmek ve bunların yeniden vejetasyonunun sağlanmasında kullanılmıştır. Sistemde kuru ve nemli bölge farklılıklarını ortaya koymak çok net bir şekilde yapılabilmektedir. Yaz koşullarında yağışları takiben kurulan çalışmada; altı otu yedi de odunsu bitki kullanılmış, bu bitkilerin çimlenme-çıkış ve vejetasyon dönemlerinde sulama uygulamaları yapılmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sisteminin bitkilerin suya olan duyarlılıklarının belirlenmesinde kurulacak olan denemelerde kullanılabileceğini, kısıt konularının rahatlıkla oluşturulabileceğini ve gereken zamanlarda destekleme sulama uygulamaları için kullanılabileceğini açıklamışlardır (Roundy ve ark. 2001).

Uçan ve Gençoğlu (2004) tarafından Kahramanmaraş koşullarında 1999 - 2000 yıllarında yürütülen araştırmada, oluşturulan farklı su seviyelerinin, şekerpancarı (*Beta vulgaris* L.) kök - şeker verimlerine ve şeker oranına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi kullanılarak kurulan denemede altı farklı sulama düzeyi ($I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$) oluşturulmuş, laterale en yakın ve en çok su alan konu I_1 , en uzak ve en az su alan konu ise I_6 olarak isimlendirilmiştir. Arada kalan diğer konular ise farklı su düzeyi uygulanan konular olarak değerlendirilmiştir. Deneme yıllarında I_1 konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 1232, 1331 mm, bitki su tüketimleri (ET) 1446, 1491 mm ve şeker verimi 9870, 9420 kg ha⁻¹ bulunmuştur. Uygulanan sulama suyundaki azalmalara bağlı olarak ET ve kök veriminin azaldığı şeker oranının ise arttığı açıklanmıştır. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri sırasıyla I_1 konusunda 1999 yılında 3,97, 4,66 kg m⁻³ ve 2000 yılında ise 4,68, 4,18 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. Uygulanan sulama suyu artarken kök ağırlığının arttığı ve bu iki parametre arasında önemli doğrusal ilişki bulunduğu belirtilmiştir.

Gençoğlan ve ark (2006)' nin yürüttükleri araştırmada kısıntılı sulama altında kırmızı biberin su-üretim fonksiyonlarını belirlemek amacıyla, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemini kullanılarak beş farklı sulama düzeyi oluşturulmuştur (I_1, I_2, I_3, I_4, I_5). I_1 sulama konusunda ortalama 913 mm, I_5 sulama konusunda ise 296 mm sulama suyu uygulandığını ve diğer konulara bu iki değer arasında sulama suyu uygulaması yapıldığını açıklamışlardır. Verim değerleri sulama düzeylerindeki azalmaya paralel olarak düşüş göstermiş, 284-1358 kg ha⁻¹ aralığında değişmiştir. Kırmızı biber verimi ile sulama suyu arasında ikinci dereceden ve maliyet arasında doğrusal bir fonksiyon bulunmuştur.

Yavuz ve Kanber (2006) Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 1990-1991 yıllarında pamuk bitkisi üzerinde yürüttükleri çalışmada, altı farklı sulama düzeyi ($T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$) ve dört farklı son sulama tarihini (S_1, S_2, S_3, S_4) kapsayan konular oluşturmuşlardır. Parsellerin sulanmasında çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi kullanılmış, sulamalara etkili kök derinliğinde elverişli nem % 40' a düştüğünde başlanmıştır. Sulamalarda tam su alan ve 5 kez sulanması planlanan (S_5T_1) konuda 120 cm derinlikteki eksik nem tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Denemede en yüksek verimin ilk yıl 4 kez sulanan S_4T_4 konusundan 2800 kg ha⁻¹ ve ikinci yıl 5 kez sulanan S_5T_2 konusundan 4130 kg ha⁻¹ olarak alındığı açıklanmıştır. Araştırmada bitki su tüketimleri ilk yıl S_5T_1 ikinci yıl ise S_5T_2 konularında en yüksek olmuş, sırası ile 985, 953 mm olarak elde edilmiştir.

Çukurova koşullarında, 1993-1996 yılları arasında buğday bitkisi kullanılarak yapılan tarla denemesinde kısıtlı sulamanın verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkileri araştırılmıştır. İki lateral hattı kurularak oluşturulan denemede farklı kısıt konuları (I_1-I_5) oluşturulmuş, iki farklı sulama aralığı (7 gün IF_1 , 14 gün IF_2) kullanılmıştır. IF_1 konusunda A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın uygulanması şeklinde, IF_2 konusunda ise 14 gün sulama aralığında sulanan (IF_2I_1) parselde 90 cm derinlikte eksilen suyun tarla kapasitesine çıkarılması şeklinde bir uygulama yapılmıştır. Çalışmada, ürün verimi hem toprak su içeriğine hem de kış yağışlarının deneme yılları içerisinde dağılımına bağlı olarak değişiklikler göstermiştir. En yüksek verimin en fazla sulanan I_1 sulama düzeyinden 7 gün sulama aralığında alındığı, değerlerin 1994-1996 yılları için sırasıyla 8340, 6720 ve 8070 kg ha⁻¹ olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. 14 gün sulama aralığında ise karşılaştırılabilecek 7720, 7130 ve 7600 kg ha⁻¹ verim değerlerine ulaşıldığı açıklanmıştır. Ayrıca, lateralden olan uzaklık arttıka ürün veriminde azalmalar meydana geldiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Topraktaki nem eksikliğinin ciddi ürün kayıplarına yol açtığı sonucu elde edilmiştir. Çalışmada verim etmeninin (k_y) 1,01 hesaplandığı, en yüksek

hasat indeksi (HI) değerinin ise I_1 konusunda gerçekleştiği açıklanmıştır. En yüksek WUE değerlerinin ortalama 1,42, 1,49 ve 1,26 kg m⁻³ olarak bulunduğu en düşük değerlerin ise en az su alan I_5 konusundan elde edildiği belirtilmiştir (Sezen ve Yazar 2006).

Winward ve Hill (2007) izgi kaynaklı sulama sistemi kullanarak yrttikleri çalışmada, sistem ile farklı kısıt konuları oluşturulabileceğini, bitkilerin su-verim ilişkilerini belirlemek için yapılacak olan denemelerde sonuç elde edilebileceğini açıklamışlardır. Bu sistemde sulama süresini belirlemek için su toplama kapları kullanılabilceğini, ancak bu kapların ağız çaplarının ve şekillerinin su toplama performansını etkilediğini açıklamışlardır. Bunun sonucunda da yapılacak sulama süresinin ve su derinliğinin etkileneceğini belirtmişleridir.

Tohidloo ve ark. (2009) İnan' da yaptıkları çalışmada, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi ile sulanan şeker pancarı bitkisinde su kullanım etkinliği, verim ve kalite parametreleri ile fotokimyasal randımanı (PEPS II) zerinde çalışma yapmışlardır. Dört farklı sulama konusu oluşturulmuş, sulamalar 60 cm etkili kök derinliğindeki toprak nemi TDR ile izlenerek uygulanmıştır. Su tüketiminin azalmasıyla beraber WUE değerlerinin arttığı ancak çeşitler arasında fark olmadığı açıklanmıştır. Verim ve şeker verimi üzerinde sulama konularının istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir.

Rao ve ark. (2012) yazlık buğday bitkisinde 3 yıl olarak yaptıkları çalışmada; kuru madde, ürün verimi, verim-kalite parametreleri ve su-üretim fonksiyonları gibi parametrelerin sulama ve gübreleme ile olan ilişkilerini incelemişlerdir. izgi kaynaklı sulama sistemi kullanılarak oluşturulan denemede, tam sulanan ve bitki su tüketiminin %88, 75, 62, 46' sı kadar sulanan konular olmak üzere 5 farklı sulama düzeyi yaratılmıştır. rn veriminin sulama uygulamaları ile doğrusal olarak arttığı, 5,2- 2,7 kg ha⁻¹ aralığında değiştiği belirtilmiştir. Verimin su kısıtı ile direkt etkili olduğu, %75 su kısıtı yapılan konuda en düşük verimin alındığı açıklanmıştır.

2.3. Bitki Su Stresinin Belirlenmesinde Bitkisel Yaklaşımlar

Sulama programlamasında kullanılan yöntemleri genel olarak; toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi baz alan yaklaşımlar olmak üzere üç grupta toplamak olasıdır. Bitkiler, toprak ve atmosferik çevrelerinin etkilerini bünyelerinde birleştirmektedirler. Bu nedenle sulama programlamasında bitkiyi baz alan ölçümlerin kullanılması son yıllarda giderek artan bir önem kazanmıştır (demiş ve Baştuğ 1999). Özellikle, bitki yüzey sıcaklığının llmesine dayalı infrared termometre tekniği bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popülaritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun

yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten ve psikrometrik ölçümlerden yararlanarak bitki su stresi endeksi (CWSI) belirlenmektedir. Idso ve ark. (1981), potansiyel hızda transpirasyon yapan bir bitki için atmosferin buhar basıncı açığının (VPD) fonksiyonu olarak bitki tacı - hava sıcaklığı farkını ($T_c - T_a$) ölçmüşler ve bu değerler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Yeterli düzeyde sulanan ve potansiyel düzeyde transpirasyon yapan bitkiler için bu doğrusal ilişki alt baz çizgisi olarak adlandırılır. Bu ilişkinin bitki çeşidine bağlı olduğu ve geniş coğrafik alanlarda kabul edilebilir olduğu saptanmıştır. Buhar basıncı açığından bağımsız, hava sıcaklığına bağımlı olan bitki tacı - hava sıcaklığı farkının üst baz çizgisi ise transpirasyon yapmayan bitkilerde belirlenir. Bu biçimde elde edilen temel grafik yardımıyla, genellikle bitkilerin en çok strete olduğu öğle saatlerinde yapılan bitki yüzey sıcaklığı, kuru ve ıslak termometre sıcaklığı ölçümleri yapılarak CWSI hesaplanabilir. Alt ve üst sınır çizgilerinin bulunmasında teorik ve deneysel yaklaşım kullanılabilir. Her ikisinde de CWSI sıfır ile bir arasında değişir (Idso 1982). Horst ve ark. (1989) su stresinin olmadığı alt sınırın bitki türüne, çeşidine ve çevre koşullarına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

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

Trakya Bölgesinde son yıllarda yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan, ayçiçeği, karpuz, buğday, patates, fasulye bitkileri için, bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve sulama zamanı planlamasında kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla yürütölen araştırmalarda (Orta ve ark. 2002, Orta ve ark. 2003, Orta ve ark. 2004, Erdem ve ark. 2006a, Erdem ve ark. 2006b, Erdem ve ark. 2010) infrared termometre tekniği ile bitki su stresi indeksinin (CWSI) hesaplanmasında yararlanılan alt ve üst baz çizgileri belirlenerek, verim tahmininde kullanılabilecek mevsimlik ortalama CWSI ile verimler arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Ayrıca, porometre tekniği ile yaprak gözenek dirençleri ölçölmüş ve CWSI, yaprak gözenek direnci ve toprak nemi arasındaki ilişkiler açıklanmıştır. Dünyada ve Trakya koşullarında kolzanın su kullanım özelliklerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma

bugüne kadar yapılmamıştır. Dünyada ve ülkemizde, uzaktan algılama tekniklerinin sulama zamanının planlanmasında kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışma sayısı da çok az olup, mevcut çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

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

Gençoğlan ve Yazar (1999), Çukurova koşullarında I. ürün mısır bitkisinde, su – verim ilişkileri, infrared termometre (IRT) ve porometre gözlemlerinden saptanan bitki su stres indekslerinden (CWSI) yararlanarak sulama programı hazırlamak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Mısır tane veriminin düşmeye başladığı, sulamadan önceki infrared gözlemlerinden belirlenen eşik CWSI değerini 0,19; porometre gözlemlerinden belirlenen eşik değerinin ise 0,26 olarak bulunduğunu ve bu koşullarda sulanan mısırdaki verim kaybı olmayacağını belirtmişlerdir.

Yazar ve ark. (1999b), Texas'ta LEPA yöntemiyle farklı düzeylerde sulanan mısır bitkisinde CWSI değerlerini ampirik yöntemle belirlemişler ve verimde azalmanın olmadığı stres eşik değerini 0,33 olarak belirlemişlerdir. Tam sulanan konuda mısır verimi 12460 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Sulama programlamasında su stresinin belirlenmesinde bitki su stres indeksi değeri oldukça değerli bir izleme ve değerlendirme parametresidir. 1990-1991 yıllarında Kolorado, ABD'de yapılan çalışmada, buğday sulama programlamasında kullanılmak üzere bazı denklemlerinin oluşturulması ile CWSI değerlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, bitki yüzey sıcaklığı-hava sıcaklığı ile atmosferik buhar basıncı açığı arasında negatif bir ilişki olduğu açıklanmıştır (Alderfasi ve Nielsen 2001).

Kuzey Çin platosunda yürütülen çalışmada, CWSI'nin tanımlanmasında üç farklı model olan, Idso deneysel metodu, Jackson teorik metodu ve yeni geliştirilen Alves modeli kullanılmış; yüzeyden yansıyan sıcaklığın ifadesi olan ıslak termometre sıcaklığı ve bitki yüzey direncinin değerlendirilmesiyle elde edilmiş olan çok sayıda veri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Jackson ve Alves modellerinin deneysel modele göre kışlık buğdayın su stresinin belirlenmesinde daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Jackson modelinin daha

belirleyici değerler vermesinin yanında, Alves modelinin buğdayda su stresinin bulunmasında daha pratik olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (Yuan ve ark. 2004).

Meijer (2004) tarafından 2001 yılında mısır bitkisi için yürütülen araştırmaya göre; araştırma alanında bitki su stres karakteristikleri ve verim tahmini için CWSI değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Gerçekleşen düşük su kısıtı koşullarından dolayı üst baz hesaplanamadığı için daha önce yayınlanan +4,6 °C değeri kullanılmıştır. Stresiz koşullar için alt baz denklemi geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda, CWSI değeri ile mısır verimi arasında negatif bir ilişki olduğu, verim azalmasına karşın CWSI değerlerinin arttığı açıklanmıştır.

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

Silva ve Rao (2005) yarı kurak iklime sahip Kuzey Doğu Brezilya'da Ağustos 1993-Ocak 1994 ayları arasında yetiştirilen pamuk bitkisinde, enerji dengesi eşitliği temel alınarak günlük ve mevsimlik bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Bitki yüzey alanı sıcaklığı, hava sıcaklığı, net radyasyon, rüzgar hızı ve psikrometrik ölçümler yapılmıştır. CWSI değeri 0,3 olduğu zaman sulamalara başlanması yaklaşımında bulunulmuştur.

Erdem ve ark. (2006) tarafından Tekirdağ koşullarında, damla sulama yöntemi ile sulanan fasulyenin, maksimum su stresi (%0) ve tam sulama koşullarında (%100), bitki su stresi indeks (CWSI) değerlerinin elde edilmesinde kullanılan bitki tacı-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Çalışmada, beş farklı sulama konusunun (tam sulanan konuda 60 cm toprak derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 50' si tktildiğinde eksik nemin % 0, 25, 50, 75 ve 100' ünün karşılandığı) verim ve sayısal yaklaşım ile hesaplanan bitki su stresi indeksi değerlerine etkisi araştırılmıştır. En yüksek verim ve su kullanımı bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı konudan elde edilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri

arasında verim tahmininde kullanılabilen $Y = 2,731 - 2,034 \text{ CWSI}$ doğrusal eşitliği elde edilmiştir.

Payero ve Irmak (2006) sulama zamanı planlamasında infrared termometrenin dolayısıyla CWSI'nin kullanımını arttırılması amacıyla, Nebraska koşullarında yürüttükleri çalışmalarda mısır ve soya bitkisine ait alt ve üst baz denklemlerini deneysel yaklaşımdan yararlanarak, buhar basıncı açığı, bitki yüksekliği, solar radyasyon ve rüzgar hızının bir fonksiyonu olarak regresyon analizleri ile elde etmişlerdir. Mısır için üst baz değeri " $T_c - T_a = 1,61$ ", alt baz denklemi ise " $T_c - T_a = 1,58 - 1,66 \text{ VPD}$ " olarak bulunmuştur. Ayrıca, araştırmacılar mısır için daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen alt baz denklemlerini grafikleyerek, üst baz değerlerinin ise Shanahan ve Nielsen (1987), Nielsen ve Gardner (1987) tarafından $3 \text{ }^\circ\text{C}$, Steele ve ark. (1994) tarafından $5 \text{ }^\circ\text{C}$, Irmak ve ark. (2000) tarafından $4,6 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak belirlendiğini açıklamışlardır.

Adana koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisinde, farklı su ve gübre uygulamalarına karşı su stres indeksinin değişimi araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı sulama konusu ele alınmıştır. Yaprak su potansiyeli değerleri baz alınarak yapılan ilk sulamalar, topraktaki eksik nem değeri tarla kapasitesine getirilecek şekilde uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından elde edilen yaklaşık birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin % 100'nün I_1 konusuna, %70'inin I_2 konusuna ve %50'sinin I_3 konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada I_1 , I_2 ve I_3 deneme konularına sırasıyla 493, 316 ve 163 mm sulama suyu uygulanmıştır. Söz konusu sulama konularında kütlü verimleri sırayla 312, 349 ve 334 kg da^{-1} olmuştur. Çalışma sonucunda deneme konularından elde edilen sulama öncesi ortalama CWSI değerleri; I_1 için 0,06, I_2 için 0,15 ve I_3 için 0,30 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda farklı su ve gübre düzeyleri altında verimde çok önemli farklılıklar olmadığından, I_3 konusuna ait $\text{CWSI} = 0,30$ değerinin ölçüt olarak alınacağı saptanmıştır (Kaçar 2007).

Dağdelen ve ark. (2008) tarafından yürütülen çalışmada; karık sulama ile sulanan mısır bitkisinde bitki su stres indeksi, bitki yüzey alanı sıcaklığı ve buhar basıncı açığı arasındaki ilişki incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır. Beş farklı sulama (%100, 70, 50, 30 ve 0) konusu ile yapılan sulamalara karşılık elde edilen mısır verimi ve CWSI sonuçları incelenmiştir. En yüksek mısır verimi ve su kullanımı optimum konuda (%100) elde edilmiştir. CWSI değerleri topraktaki nem azalmasını sağlayan kısıntılı sulama uygulamalarıyla paralel olarak değişmiştir, topraktaki suyun azalmasına bağlı olarak CWSI değerleri artmıştır. Sulama öncesi ortalama CWSI değeri 0,22 olduğunda en yüksek silaj

verimi elde edilmiş ve $Y = 59258CWSI^2 - 72051CWSI + 24060$ eşitliğinin mısır bitkisi verim tahmininde kullanılabileceği açıklanmıştır.

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

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

Erdem ve ark. (2010) tarafından Tekirdağ koşullarında yürütülen çalışmada, brokkoli bitkisinin, damla sulama ile fertigasyon tekniği kullanılarak; verim ve verim bileşenlerinin, bitki su tüketimi ve uygun sulama programlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %50, 75, 100 ve 125' i kadar sulama suyu ve dekara 0, 15, 20 ve 25 kg' lık azotlu gübre konuları olmak üzere 16 konuda yürütülmüştür. En yüksek verim değerleri her iki dönemde de %50 konusunda gerçekleşmiştir. Mevsimlik su tüketimi değerleri ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde sırasıyla 187-326 mm ve 242-346 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, bitki yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve VPD değerlerinden yararlanılarak sayısal yaklaşım ile bitki su stresi indeksi değerleri (CWSI) hesaplanmıştır. Brokkoli sulamasında CWSI değeri 0.61' e ulaştığında sulamaya başlanmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek ' $Y = 2,731 - 2,034 CWSI$ ' doğrusal eşitliği elde edilmiştir. Ayrıca, bitki su stresi indeksi ile yaprak alan indeksi arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

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

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının yeri

Araştırma, Tekirdağ-İstanbul yolu üzerinde, Tekirdağ il merkezine 20 km uzaklıkta yer alan Karaevli köyünde bulunan bir çiftçi arazisinde 75 m x 120 m boyutlarında, yaklaşık 10 dekarlık alanda tarla deneme parselleri şeklinde yürütülmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 148 m, enlem derecesi 41° 02' Kuzey, boylam derecesi ise 27° 39' Doğudur (Şekil 3.1).

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanı yarı kurak bir iklim kuşaağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 13,9 °C' dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4,9 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 23,6 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 585,1 mm olmasına karşın, bunun büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama oransal nem %77,9' dur. Nisan ayında bu değer %78,5' e yükselmekte ve Ağustos ayında %72' ye düşmektedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızınının 2 m yükseklikteki değer 2,70 m s⁻¹ dir (Anonim 2012).

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ ili, Meteoroloji Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığından sağlanan 1939-2011 yıllarına ait uzun yıllar ortalama iklim verileri Çizelge 3.1' de ve araştırma alanında bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilen, denemenin yürütüldüğü 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri sırasıyla Ek Çizelge 1, 2 ve 3' de verilmiştir. Her üç yılın yetiştirme dönemlerine ait bazı iklim parametrelerinin aylık değişimi ise Şekil 3.2' de grafiklendirilmiştir.

3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Araştırmanın yürütüldüğü çiftlik alanı genel olarak tınlı ve killi bünyeye sahip, organik madde içeriği orta düzeyde, potasyumca zengin topraklardan oluşmaktadır. Alanda taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Alanın kuzey kesimlerinde eğim %2, güney kesimlerinde ise oldukça düşük (%0,2) düzeydedir.

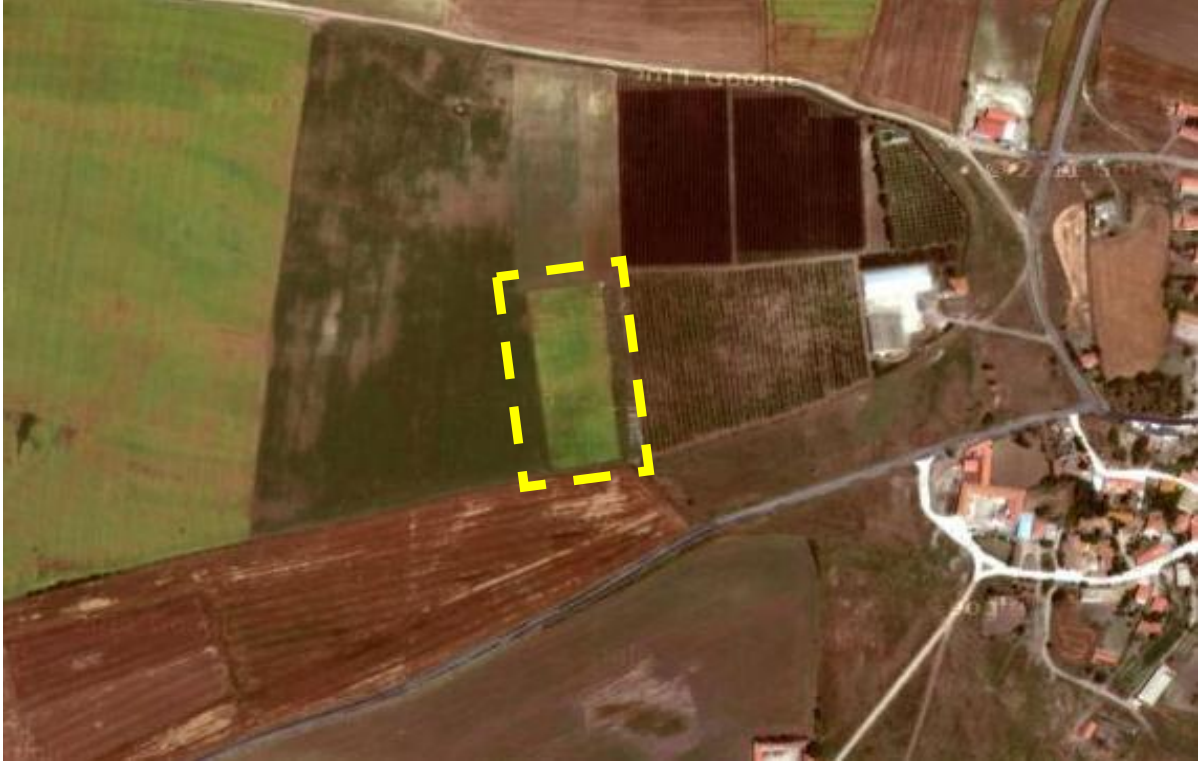


Image 2011 DigitalGlobe, GOOGLE.

Şekil 3.1. Araştırma alanı

Araştırma, 2009 - 2012 yılları arasında kolza bitkisi yetiştiricilik dönemleri içerisinde çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi ile tekil lateral deneme düzeninde yürütülmüştür. Arazide toprak özelliklerini belirlemek için toprak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Deneme, 2009/10 ve 2011/12 yıllarında aynı alan, 2010/11 yılında ise farklı bir alan üzerinde yürütülmüştür. Deneme alanı topraklarına ilişkin bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 3.2' de, su ile doygunluk, toplam tuz, pH, kireç yüzdesi, fosfor, potasyum ve organik madde miktarı gibi kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.3' de verilmiştir. Çizelge 3.2' den izleneceği gibi, tüm katmanlarda toprak bünye sınıfı tındır.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın sabit infiltrasyon hızı değeri her üç yılda da ortalama 20 mm h^{-1} bulunmuştur.

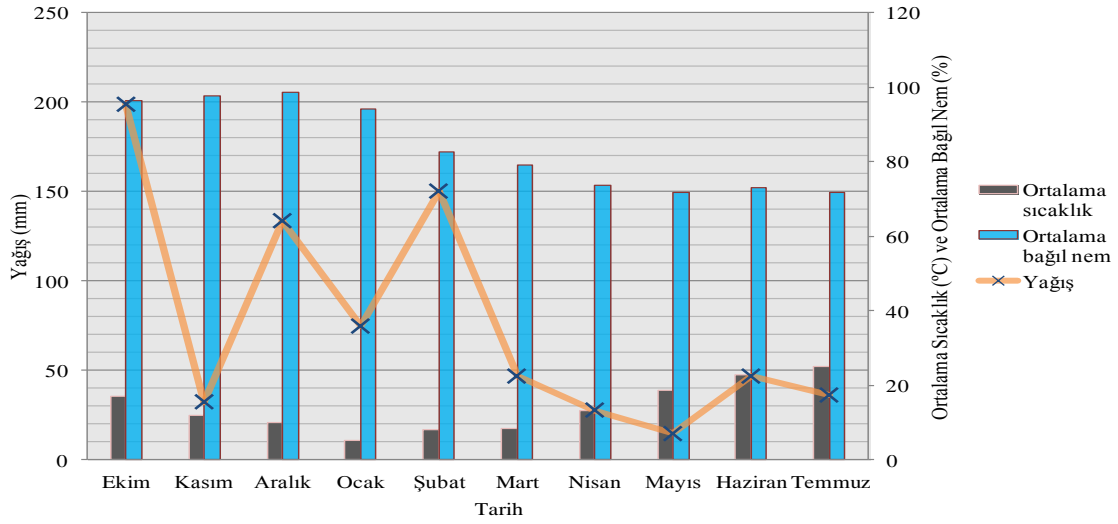
3.1.4. Su Kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

Araştırmada kullanılan sulama suyunun kalite analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3.4' de verilmiştir. Sulama suyu kalite sınıfı T_2S_1 ' dir. Çizelgeden izleneceği gibi, sulama suyu analiz sonuçlarının bitki gelişmesini olumsuz etkileyecek özelliklerde olmadığı görülmektedir.

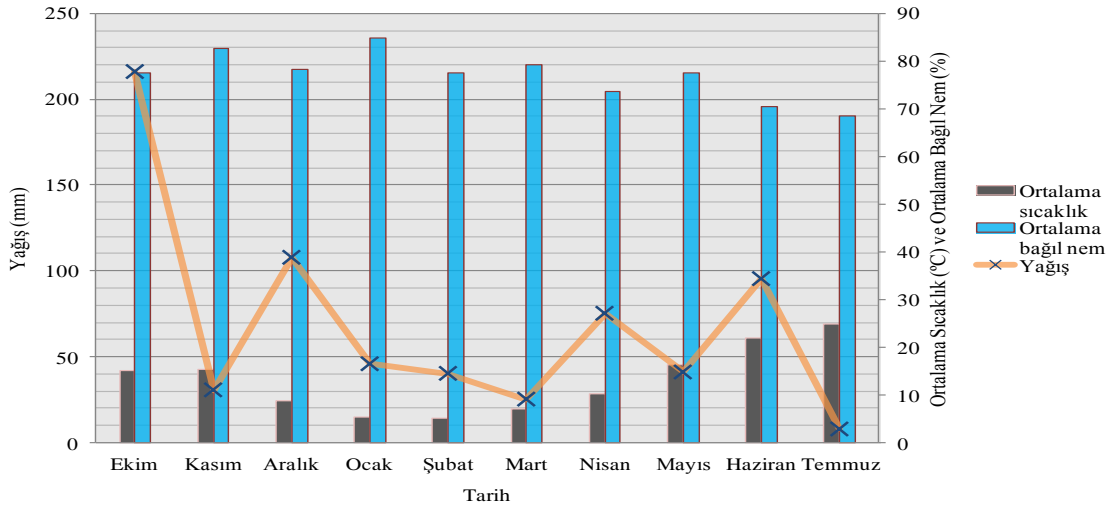
Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1939 – 2011)

Uzun Yıllar İklim Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama sıcaklık (°C)	4,9	5,3	7,2	11,8	16,7	21,2	23,7	23,7	19,9	15,4	10,9	7,3	14,0
Ortalama max. sıcaklık (°C)	8,3	8,7	10,9	15,6	20,4	25,2	27,9	28,0	24,2	19,5	14,4	10,3	17,8
Ortalama min. sıcaklık (°C)	2,2	2,2	4,1	8,1	12,3	16,4	19,0	19,2	15,8	11,9	7,4	4,2	10,2
Ortalama bağıl nem (%)	82,8	80,9	80,7	78,6	77,2	73,8	70,7	72,0	75,4	79,6	82,3	82,8	78,1
Ortalama rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	3,0	3,1	2,8	2,3	2,2	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	3,1	2,7
Ort. güneşlenme süresi (h)	3,0	3,9	4,7	6,3	8,2	9,5	10,1	9,3	7,6	5,4	3,8	2,6	6,2
Yağış (mm)	69,4	54,0	55,5	40,7	38,3	37,0	23,3	14,9	35,9	60,7	75,3	82,2	568,3
Buharlaştırma (mm)	-	-	-	62,4	112,4	138,1	176,8	170,2	113,2	67,8	22,6	9,2	872,7

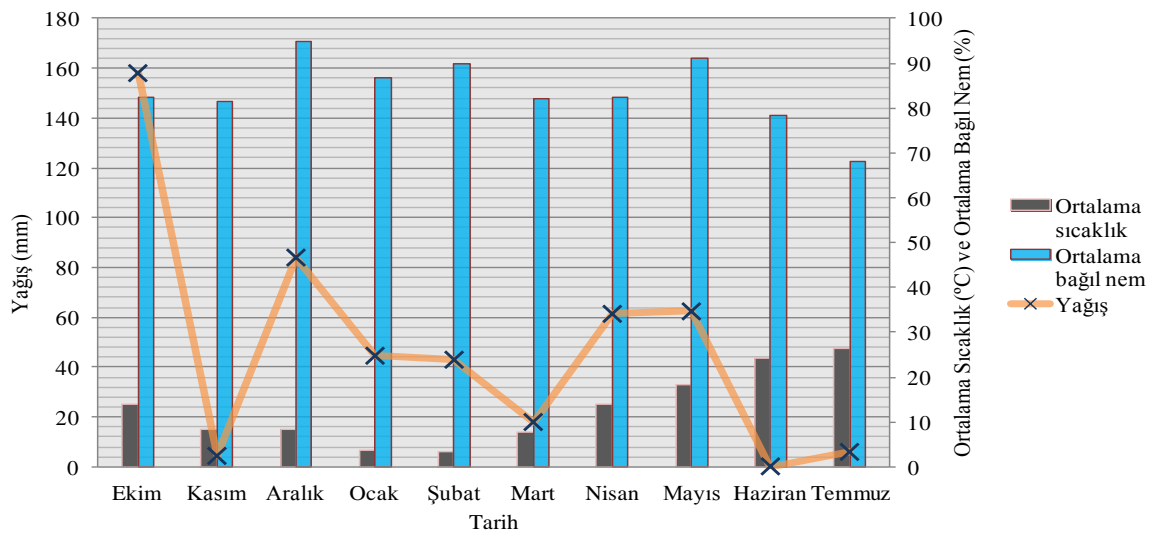
* 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.



a) 2009/2010 yılı



b) 2010/2011 yılı



c) 2011/2012 yılı

Şekil 3.2. Yetiştirme dönemine ilişkin iklim elemanlarının aylık değişimi

Denemenin yıllar itibari ile aynı arazide farklı alanlarda yürütülmesi nedeni ile suyun tarla başına getiriliş şekli farklılık göstermiştir. Sulama suyunun sağlanmasında alanda yer alan 4 L s^{-1} debiyeye sahip bir derin kuyudan yararlanılmıştır. Bu kuyudan alınan su alanda bulunan 300 m^3 lük bir depolama havuzuna basılmaktadır. Denemenin her üç yılında da ihtiyaç duyulan sulama suyu, depolama havuzunun hemen yanına yerleştirilen, suyu 40 m yüksekliğe basabilen elektrikle çalışan bir santrifüj pompa aracılığı ile parsellere iletilmiştir ($H_m = 40 \text{ m}$, $Q = 58 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, Güç: 11 Kw) (Şekil 3.3).

3.1.5. Sulama sistemi

Arazide yağmurlama sulama sisteminin tasarımında sistem sırasıyla, su kaynağı, pompa birimi, boru hatları ve yağmurlama başlıklarından oluşturulmuştur. Araştırmada, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sisteminde tekil lateral deneme düzeni kullanılmıştır. Lateraller, Hanks ve ark. (1976), Yazar ve ark. (1999a) ve Kanber ve ark. (1994)' de belirtilen esaslara göre düzenlenmiştir. Söz konusu sistemde sulama konuları, hem farklı su düzeylerini hem de gelişme dönemleri içerecek biçimde planlanmıştır. Farklı su düzeyleri, lateral hattı boyunca eş su dağılımı sağlanırken, lateralden uzaklaştıkça uygulanan su miktarının yaklaşık olarak doğrusal azalma özelliğinden yararlanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.3. Deneme alanında yer alan su kaynağı

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Yıl	Profil Derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
			%	mm	%	mm		
2009/2010	0-30	T _{1n}	27,97	124,19	17,57	78,01	1,48	46,18
	30-60	T _{1n}	29,36	134,76	17,58	80,69	1,53	54,07
	60-90	T _{1n}	30,05	143,34	16,26	77,56	1,59	65,78
	90-120	T _{1n}	31,35	149,54	17,07	81,42	1,59	68,12
	0-90			402,29		236,26		166,03
	0-120			551,83		317,68		234,15
2010/2011	0-30	T _{1n}	26,10	129,20	15,61	77,27	1,65	51,93
	30-60	T _{1n}	27,32	131,96	18,41	88,92	1,61	43,04
	60-90	T _{1n}	27,22	136,37	18,38	92,08	1,67	44,29
	90-120	T _{1n}	26,34	133,54	17,69	89,69	1,69	43,86
	0-90			397,52		258,27		139,25
	0-120			531,07		347,96		183,10
2011/2012	0-30	T _{1n}	27,97	124,19	17,57	78,01	1,48	46,18
	30-60	T _{1n}	29,36	134,76	17,58	80,69	1,53	54,07
	60-90	T _{1n}	30,05	143,34	16,26	77,56	1,59	65,78
	90-120	T _{1n}	31,35	149,54	17,07	81,42	1,59	68,12
	0-90			402,29		236,26		166,03
	0-120			551,83		317,68		234,15

Çizelge 3.3. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Potasyum K ₂ O (kg da ⁻¹)	Organik Madde (%)
2009/2010	0-20	62	0,085	7,52	4,45	8,54	70	1,86
	20-40	61	0,077	7,58	6,40	7,12	90	1,83
2010/2011	0-20	57	0,079	6,86	1,05	5,54	145	1,85
	20-40	58	0,077	6,86	1,29	5,40	169	1,96
2011/2012	0-20	59	0,081	7,55	4,80	6,20	136	1,90
	20-40	60	0,076	7,32	5,25	5,90	191	1,84

Çizelge 3.4. Sulama suyu analiz sonuçları

Yıllar	Sulama suyu sınıfı	EC (dS m ⁻¹)	pH	Kasyonlar (me L ⁻¹)				Anyonlar (me L ⁻¹)		
				Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SO ₄ ⁻
2010	T ₂ S ₁	0,38	7,1	0,41	0,09	1,46	1,61	1,59	0,93	1,05
2011	T ₂ S ₁	0,41	7,2	0,55	0,05	1,45	1,66	2,00	0,94	0,77
2012	T ₂ S ₁	0,41	7,1	0,49	0,09	1,45	1,62	1,98	0,93	1,01

Deneme, her bir konu için birbirlerini etkilemeyecek şekilde aralıklı yerleştirilmiş 4 lateral hattından oluşturulmuştur. Sistemde, iletim ve ana boru hattı 6 atm 63 mm sert PE borulardan, manifold boru hatları ise 6 atm 63 mm PVC borulardan oluşturulmuştur. Sistem giriş ve çıkışları ile gerekli görülen yerlere basınç değişimini izleyebilmek için manometreler ile vanalar konulmuştur. Sulamada kullanılan yağmurlama başlıkları, Jain-Naandan firması tarafından üretilen "5035 G" serisi; 1" dişi girişli, iki memeli (7,0 mm x 3,2 mm), 3 atm basınç altında $2.5 - 2.8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debiye sahip, 30 m ıslatma çapındadır. Eş su dağılım katsayısı değerleri (CU) %88-92 arasında değişmektedir. Her laterale 5 m aralıklarla 8 adet başlık yerleştirilmiş ve bitki boyuna bağlı olarak 1.5 m' ye kadar yükseltilmiştir.

3.1.6. İnfrared termometre ve termohigrometre

Araştırmada, bitki su stresinin belirlenmesi amacıyla, bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde "Fluke 574 Model"; 3 noktalı lazer ışını ile sıcaklık ölçümleri alan, ayarlanabilir görüş açısı (FOV) özelliğine ve bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde 8-14 μ dalga boyunda ışınları algılayan filtrelere sahip, emissivite katsayısı 0,98 olarak ayarlanmış portatif infrared termometre kullanılmıştır.

Buhar basıncı açığının belirlenmesinde gerekli ıslak ve kuru termometre sıcaklık değerlerinin eldesinde "Extech RH390 model", ölçümlerde $0,1^\circ\text{C}$ hassasiyetle çalışan termohigrometre kullanılmıştır

3.1.7. Kullanılan kolza tohumu özellikleri

Araştırmada, Tekirdağ yöresinde denenmiş, yaygın olarak tarımı yapılan "ES Hydromel" çeşidi tohumluk kullanılmıştır. Kullanılan "ES Hydromel" çeşidi çimlenme oranı yüksek, üretim izinli ve kış soğuklarına dayanıklı, hastalık - zararlılara dirençli, yüksek yağ oranına sahiptir. Ürünlerin yağında erusik asit ve küspesinde de hayvan sağlığına zararlı glikosinolat olmaması için sertifikalı tohumluk kullanılmış, denemenin her üç yılında da yeni hybrid tohumluklar ekilmiştir.

3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve çeşitli denklemlerin elde edilmesinde Kalibrasyon ve İstatistik analizleri bilgisayar programı TARİST ve MSTAT paket programları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alınarak, kullanılacak sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, deneme düzeni ve konuları ile bitki su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi ve maliyet analizleri hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri

Araştırma alanı topraklarının fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla 2 farklı yerde 120 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerden hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı değerleri belirlenmiştir (Blake 1965, Benami ve Diskin 1965).

Deneme parseline uygulanacak gübrenin çeşit ve miktarını saptamak amacıyla, araştırma alanı topraklarına ilişkin verimlilik analizleri Tekirdağ Valiliği İl Özel İdaresi ve Köy Hizmetleri Müdürlüğü Laboratuvarları'nda yapılmıştır. Ekimden önce her tekerrürden verimlilik için 0-20, 20-40 cm derinlikten bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde, pH, toplam tuz, kalsiyum karbonat, kullanılabilir K_2O , kullanılabilir P_2O_5 , toplam azot ve organik madde analizleri yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)'da verilen esaslara göre T_2S_1 olarak belirlenmiştir.

3.2.2. Toprağın su alma hızının ölçülmesi

Toprağın su alma hızının saptanmasında, çift silindirli infiltrometre yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında Delibaş (1994) ve Güngör ve Yıldırım (1989)'da belirtilen ilkelere uygun biçimde ölçmeler yapılmış ve sabit infiltrasyon hızı değeri 20 mm h^{-1} olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Tarım tekniği

Araştırma alanında kolza öncesi ekilen tarla bitkisinin (buğday) hasadı yapıldıktan ve yağışların ardından pulluk ile 15-20 cm derinlikte sürüm yapılarak anız toprağa karıştırılmıştır. Daha sonra goble disk ve tırmık çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Yapılan toprak analizleri sonucunda, ekimden önce taban gübresi olarak dekara 10 kg üre uygulanmıştır.

Kolza ekimi, ekim makinesi ile 15-17 cm sıra arası ve 4-5 cm sıra üzeri olmak üzere, dekara yaklaşık 400 g tohumluk gelecek şekilde 2 cm toprak derinliğine yapılmıştır.

Kullanılan kolza tohumluğu; bölgede denenmiş, çimlenme oranı yüksek, üretim izinli ve kış

soğuklarına dayanıklı, hastalık ve zararlılara dirençli, yüksek yağ oranına sahip olan “ES Hydromel” çeşididir. Ürünlerin yağında erusik asit olmaması için sertifikalı tohumluk kullanılmıştır. Çalışmada 2009/2010 yılı yetiştiriciliğinde, tohum tarlaya 27 Ekim, 2010/2011 yılı yetiştiriciliğinde 11 Ekim ve 2011/2012 yılı yetiştiriciliğinde ise 12 Ekim de ekilmiş, vejetatif gelişme dönemi içinde yer alan Mart ayında sulama sistemi kurulmuştur.

Ürün hasadı, taneler %8-10 nem değerine ulaştığında, araştırmanın ilk yılında 14 Temmuz, ikinci yılında 10 Temmuz ve üçüncü yılında 05 Temmuz da gerçekleştirilmiştir. Hasatta; her bir deneme parselinde elle kesilen kolza bitkileri batoz olarak adlandırılan tane ayırma makinesine atılarak taneler ile sap ve harnuplar vb. bitki aksamının ayrılması sağlanmıştır. Hasat parsel büyüklüğü 3 m x 5 m boyutlarında 15 m²’ dir. Bunun yanı sıra her bir parselden bitki boyu, harnup sayısı, yan dal sayısı gibi kalite parametre değerlerini elde etmek için 10’ ar bitki alınmış ve gerekli sayım işlemleri yapılmıştır. Gerekli tartım işlemleri sonucunda her bir deneme parseline ilişkin verim değerleri ve 1000 dane ağırlıkları hesaplanmıştır. Her parselden ayrılan tohumlar, numaralanan torbalara konularak, laboratuara getirilmiş ve kimyasal analizler için gerekli işlemler yapılmıştır. Her bir parselden alınan örnekler üzerinde yağ oranı, asit değerleri vb. analizler başta Gıda Mühendisliği Bölüm laboratuvarı olmak üzere çeşitli laboratuvarlarda gerçekleştirilmiştir. Tohum yatağı hazırlanması, ekim - hasat işlemi ve çimlenme – çıkış aşamalarını gösteren bazı resimler Şekil 3.4.’ de verilmiştir.

3.2.4. Araştırma konuları ve deneme düzeni

Araştırma, çizgi kaynaklı lateral deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede ana konular, kolza bitkisinin toplam gelişme süresi içinde farklı gelişim dönemleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bitkinin büyüme mevsimi 4 gelişme dönemine ayrılmıştır (Kandel ve Knodel 2011, Anonim 2013). Bu dönemler çimlenme - çıkış, vejetatif gelişme (rozet ve tomurcuk oluşumu), çiçeklenme (dane dolumu) ve olgunlaşma olarak anılmaktadır. Araştırmada, bitkinin fenolojik dönemlerinden vejetatif gelişme (tomurcuk oluşumu aşaması), çiçeklenme ve olgunlaşma dönemlerinde farklı kısıtlar yaratılmıştır. Denemede kullanılan çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sisteminde lateral hattı boyunca eş su dağılımı ve lateralden uzaklaştıkça uygulanan su miktarının yaklaşık doğrusal azalma özelliğinden yararlanılarak 5 farklı sulama düzeyi yaratılmıştır. Anılan düzeyler bitkinin tam su aldığı (III) laterale en yakın I₁ alt konusundan başlayarak, en az su aldığı lateralden en uzak I₅ konusuna kadar değişecek ve lateraller arasında su almayan bölgede ise susuz (000) konu oluşturulacak şekilde planlanmıştır.

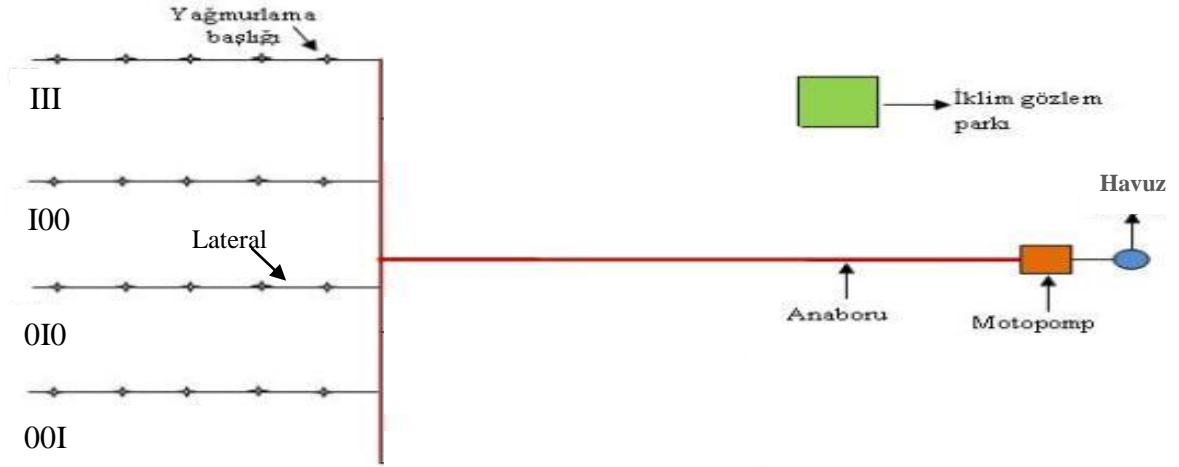


Şekil 3.4. Tarımsal işlemlere ait görüntüler

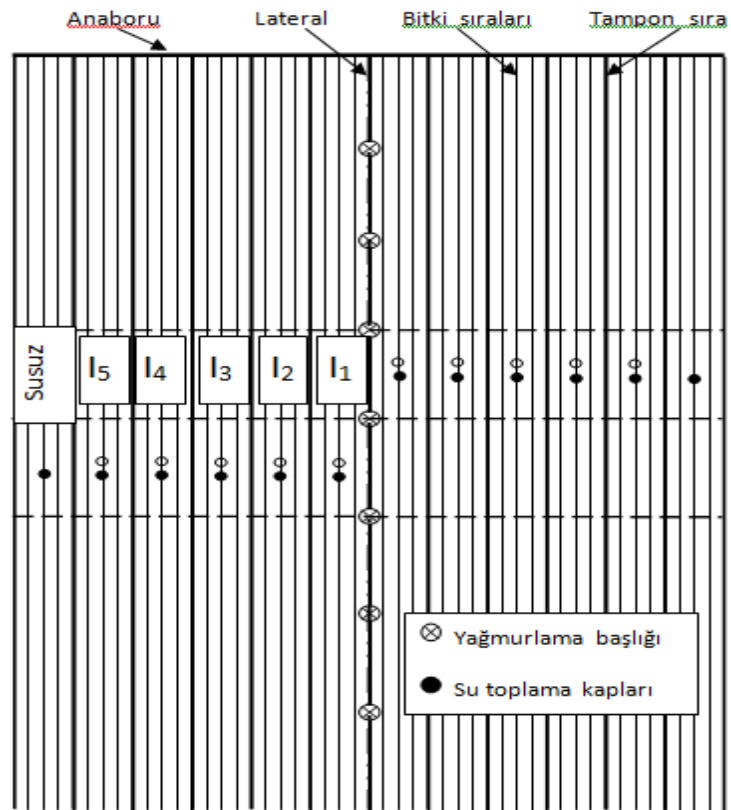
Sulama konuları Çizelge 3.5’ de verilmiştir. Sulama yapılan gelişme dönemi “I” simgesi ile, sulama yapılmayan gelişme dönemi ise “0” simgesi ile tanımlanmıştır. I₁ sulama düzeyinde toprak profilinde 90 cm derinlikte mevcut nem tarla kapasitesine tamamlanacak şekilde sulamalar gerçekleştirilmiş ve diğer alt konulara yerleştirilen toplama kaplarındaki su miktarları ayrı ayrı ölçülerek her bir konuda uygulanan sulama suyu derinlikleri belirlenmiştir. Deneme konularına göre hazırlanmış deneme deseni Şekil 3.5’ de, alt parsel ayrıntısı ise Şekil 3.6’ da gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Araştırmada yer alan sulama konuları

Konular	Kolza bitkisi gelişme dönemleri		
	Vejetatif	Çiçeklenme	Olgunlaşma
III	I	I	I
I00	I	0	0
0I0	0	I	0
00I	0	0	I
000 (Susuz)	0	0	0



Şekil 3.5. Deneme düzeni



Şekil 3.6. Alt parsel ayrıntısı

3.2.5. Sulama suyu uygulamaları

Sulamalarda ıslatılacak toprak derinliği olarak 90 cm' lik toprak katmanı dikkate alınmıştır. Toprak su içeriği ölçümlerine ekim ile birlikte başlanmış ve hasat sonuna kadar devam edilmiştir.

Uygulanacak sulama suyu miktarı, toprak profilinin 90 cm derinliğinde mevcut toprak su içeriğini tarla kapasitesine çıkaracak biçimde aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

$$d_n = \frac{TK - P_w}{100} \gamma_t D \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

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

TK : Kuru ağırlık esasına göre tarla kapasitesindeki su içeriği, %,

P_w : Mevcut nem, %,

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı, $g\ cm^{-3}$,

D : Etkili kök derinliği, mm, değerlerini göstermektedir.

Sulama süresi, sulamalarda uygulanacak su miktarının laterale en yakın konumdaki toplama kaplarında birikme durumuna göre belirlenmiştir. Su toplama kapları 10,5 cm çap, 22 cm yüksekliğinde olup bitki gelişimine bağlı olarak farklı yüksekliklerde konumlandırılmıştır. Sulamalarda konulara uygulanacak sulama suyu miktarı tam su alan III konusu I_1 sulama düzeyine göre hesaplanmıştır.

Laterale en yakın sulama düzeyindeki (I_1) toplama kabında birikmesi gereken su hacminin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$V = 0,1 (A \times d) \quad (3.2)$$

$$V = 0,1 (\pi r^2 \times d) \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

V: Toplama kabında birikmesi gereken su hacmi, ml,

A: Toplama kabının üst açıklık alanı, cm^2 ,

d: I_1 sulama düzeyinde uygulanacak sulama suyu derinliği, mm' dir.

Değinen toplama kabında biriken su miktarı (mL), uygulanacak sulama suyuna eşit olduğunda sulamaya son verilmiştir. Bu amaçla, sulama devam ederken belirli aralıklarla I_1 konularındaki kaplarda biriken su miktarları ölçülmüştür. Sulamalardan sonra, diğer alt konularda bulunan toplama kaplarındaki su miktarları ayrı ayrı ölçülerek, her bir konuda

uygulanan sulama suyu derinlikleri bulunmuştur. Eş su dağılımının sağlanabilmesi ve uygun bir şekilde sulama yapılabilmesi için, sulamalar sırasında düzenli aralıklarla rüzgar hızı ölçülmüş ve gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

3.2.6. Bitki su tüketiminin saptanması

Araştırmada, uygulanan sulama suyu miktarı 90 cm' lik etkili kök derinliği için hesaplanmasına karşın, oluşabilecek derine sızmaları da izleyebilmek amacıyla bitki su tüketimi değerleri 120 cm toprak derinliği dikkate alınarak su bütçesi yaklaşımına göre hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi, mm,

I : Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

P : Periyot boyunca düşen yağış, mm,

C_p : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm,

D_p : Derine sızma kayıpları, mm,

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

ΔS : Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler, mm,

değerlerini göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C_p değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber 1997).

3.2.7. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı

Deneme konularına uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve hasat verimlerine göre, sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Zhang ve ark. 2004).

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

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

Eşitliklerde;

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

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

Y_1 : Sulama suyu uygulanan deneme konularında belirlenen verim, kg da^{-1} ,

Y_0 : Sulama suyu uygulanmayan deneme konularında belirlenen verim, kg da^{-1} ,

I : Uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

ET : Ölçülen bitki su tüketimi, mm' dir.

3.2.8. Su – üretim fonksiyonları ve verim ilişkileri

Elde edilen sonuçların ekonomik olarak değerlendirilebilmesi için, uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişkilerden yararlanarak su - üretim fonksiyonları belirlenmiştir (Howell ve ark. 1990). Ayrıca, su kısıtının hasat verimi üzerindeki etkisini belirleyebilmek için, Stewart modeli olarak bilinen su – verim ilişkisi yöntemi kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam 1979, Korukçu ve Kanber 1981).

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

(3.7)

Eşitlikte;

Y_a : Gerçek verim, kg da^{-1} ,

Y_m : Maksimum verim, kg da^{-1} ,

Y_a/Y_m : Oransal verim,

$1-(Y_a/Y_m)$: Oransal verim azalması,

k_y : Verim tepki etmeni,

ET_a : Gerçek bitki su tüketimi, mm,

ET_m : Maksimum bitki su tüketimi, mm,

ET_a/ET_m : Oransal bitki su tüketimi,

$1-(ET_a/ET_m)$: Oransal bitki su tüketimi açığıdır.

3.2.9. Kolza verimi ve verim parametrelerinin belirlenmesi

Tohum verimi (kg da^{-1}): Deneme parsellerinden elde edilen tohumlar ayrı ayrı tartılarak, daha sonra parseldeki tohum verimleri hesaplanmış, yineleme ortalamaları alınarak dekara kg cinsinden ortalama verimler bulunmuştur (Esental 1974, Eryiğit 1998). Ayrıca, bitki verim bileşenlerinden, bin dane ağırlığı (g) belirlenmiştir.

Kuru madde: Toprak üstü aksamın yağ ağırlıkları tartıldıktan sonra 65°C’ de sabit ağırlığa ulaşınca dek kurutularak kuru ağırlıkları alınmış ve yağ ağırlığa oranlanarak kuru madde içerikleri (biomas) hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (Kacar 1972).

Tanede nem tayini (%): İncelenen örneklerin nem oranının belirlenmesinde Anonim (1987)’ de madde 1.121’de verilen metot uygulanmıştır. Nem oranı, tohumdaki serbest su oranının %’ de olarak ifadesidir.

Tanede ham yağ oranı belirlenmesi (%): Yağ oranının belirlenmesinde Anonim (1987)’ de madde 1.122’de verilen metot uygulanmıştır. Yağ oranı, tohumdaki ham yağ oranının %’ de olarak gösterilmesidir.

Tanede ham protein oranı belirlenmesi (%): İncelenen örneklerin protein oranının belirlenmesinde Anonim (1990)’ da verilen 955.04 sayılı metot uygulanmıştır. Protein oranı tohumların sahip olduğu azot miktarının Kjeldahl metodu ile belirlenerek ve 6,25 sabit katsayısı ile çarpılarak %’ de olarak hesaplanmasından elde edilmiştir.

Yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi (Erusik asit, C22-1; Oleik asit, C18-1n9; Linoleik asit, C18-2n6): İncelenen yağ örnekleri AOCS’ nin Ce 2-66 nolu metoduna göre BF3-metanol ile yağ asitlerinin metil esterlerine dönüştürülmüştür (Anonim 1993). Yağ asiti metil esterleri gaz kromatografisi cihazına 0,5 µL enjekte edilerek yağ asiti bileşimlerini gösteren kromatogramlar elde edilmiştir. Elde edilen pikler bileşenlerin veya yağ asitlerinin alıkonma zamanlarına göre tanımlanarak, alanlardan ise her yağ asitinin konsantrasyonu veya derişimi integratör ile hesaplanmıştır (Hışıl 1988).

Hasat ve hasat sonrası analizlere ait bazı görüntüler Şekil 3.7’ de verilmiştir.

3.2.10. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin saptanması

Infrared termometre ölçümlerine 2010 yılında 11 Mayıs (DOY 131), 2011 yılında 16 Mayıs (DOY 136) ve 2012 yılında 06 Mayıs (DOY 127) tarihlerinde çiçeklenme periyodu içerisinde başlanmış, ancak denemenin ilk ve son yıllarında iklimin etkisiyle yeterli veriye ulaşılamamıştır. Dolayısıyla alt ve üst sınır denklemlerinin eldesinde sadece 2011 yılı dikkate alınmıştır. Araştırmada yaprak sıcaklığı ölçümleri yapılırken, görüş alanına yalnızca yeşil alanının girmesine özen gösterilmiştir. Deneme konularına göre, IRT ölçümleri her bir parselde yapılan sekiz ölçümün ortalaması alınarak o parsel ile ilişkin ortalama taç alanı sıcaklığı bulunmuştur. Ölçümler, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda her gün saat 11:00 – 14:00 arası günde dört kez yapılmıştır.



Şekil 3.7. Kolza verim ve verim parametrelerinin belirlenmesine ilişkin görüntüler

Her bir ölçümün başında ve sonunda ıslak ve kuru termometre değerleri okunmuş ve bunlardan yararlanılarak List (1971)' de belirtilen esaslara göre buhar basıncı açığı hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplamalarda Tekirdağ için barometrik basınç 101,25 kPa olarak alınmıştır.

Bitki su stres indeksi (CWSI)' nin belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen Idso modelinden yararlanılmıştır (Idso ve ark. 1981, Gardner ve ark. 1992). Bu amaçla, su stresine sokulmayan III ve I₁ sulama düzeyi konusunda yapılan IRT ölçümlerinden belirlenen T_c-T_a ile VPD değerlerinin doğrusal regresyonu ile alt sınır çizgisi, hiç sulanmayan susuz (000) konudan alınan ölçümlerden yararlanılarak üst sınır çizgisi eşitliği elde edilmiştir. CWSI değerleri anılan grafiklerden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

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

Eşitlikte;

T_c : Taç sıcaklığı, °C,

T_a : Hava sıcaklığı, °C,

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

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

3.2.11. Maliyet analizi

Denemelerden elde edilen gerçek veriler kullanılarak, model olarak seçilen 10 da büyüklüğündeki deneme alanında tarımı yapılan kolza bitkisi için, çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi yağmurlama sulama sisteminin tüm unsurları boyutlandırılarak; tesis masrafları saptanmış, işletme masrafları belirlenmiş, maliyet analizleri yapılmış, elde edilen masraf ve net gelir unsurları karşılaştırılarak sulama konularından hangisinin daha ekonomik olacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

Maliyet analizi için, öncelikle sulama sistemi projelendirilerek, metraj cetveli ve proje keşif özeti hazırlanmıştır. Proje keşif özeti elde edilmesinde kullanılan sulama sistem unsurlarının fiyatları 2012 yılı piyasa fiyatlarından yararlanılarak belirlenmiştir. Proje keşif bedelinden hareketle, tesis masrafı, yatırım masrafı, yıllık sabit masraf, yıllık enerji masrafı, yıllık bakım onarım masrafı, yıllık sulama işçiliği masrafı ve yıllık toplam masraf değerleri, Balaban (1986)' da verilen ilkelere göre hesaplanmıştır. Keşif bedeline % 15 beklenmeyen masraflar eklenerek tesis masrafları, tesis masraflarına % 15 etüt, proje ve mühendislik

masrafları eklenerek yatırım masrafları bulunmuştur. Tarla içi sulama sisteminin inşaat süresi çok kısa olacağından inşaat süresince faiz ihmal edilmiştir. Kolza tarımı yapılacak arazinin, çiftçinin kendi mülkü olacağı yaklaşımı yapılarak kira bedeli düşünülmemiştir.

Yıllık sabit masraflar, yatırım masraflarının faiz oranı ve servis ömrüne göre bulunan amortisman faktörü ile düzeltilmesi sonucunda elde edilmiştir. Yıllık faiz oranı olarak, Ziraat Bankası' nın 2012 yılında tarımsal alanda sulama sistemleri projelerine uyguladığı ortalama oran olan % 10 dikkate alınmıştır. Maliyet analizlerinde göz önüne alınan sistem unsurlarına ilişkin servis ömürleri Woodward (1959), Güngör ve Yıldırım (1989)' dan derlenmiş ve Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Net gelirin eldesine kadar geçen aşamalarda, ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı olarak, deneme konularından elde edilen gerçek değerler kullanılmıştır.

Araştırmada, sulama işçilik ücreti, yöre koşullarında yapılan inceleme sonucunda kişi başına saatlik 7 TL olarak saptanmıştır. Toplam sulama işçiliği giderlerinin hesaplanmasında, uygulamadan elde edilen deneyimler ve Branscheid (1997) tarafından belirtilen değerlerden yararlanılmıştır (Çizelge 3.7). Çizelgeden de görüleceği gibi, her bir 75 mm' lik sulama suyu uygulaması için ha başına, saatlik işgücü miktarı, sabit sistem yağmurlama sulama yöntemi için 0,4, hareketli sistem yağmurlama sulama yöntemi için 3,6 saat olarak verilmiştir.

Birim su ücretinin belirlenmesinde; sulama suyu derin kuyudan alındığından, sadece suyun çıkartılmasında kullanılan elektrik enerjisi dikkate alınmıştır. Bu biçimde, 2012 yılı koşullarında birim su ücreti 0,20 TL m⁻³ olarak belirlenmiştir. Toplam su ücretinin eldesi için, her bir pilot alana uygulanan sulama suyu miktarı, birim su ücreti ile çarpılmıştır.

Bitkisel üretim masrafları, 2012 yılı fiyatları dikkate alınarak kullanılan, tohum, toprak işleme, ekim, gübreleme ve ilaçlama giderlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir. Yıllık işletme masrafları, sırasıyla bakım-onarım, enerji ve sulama işçiliği masraflarından oluşmuştur.

Bakım onarım masrafının belirlenmesinde, yağmurlama sulama sisteminde yüzeyde PVC boru hatları ve diğer sistem unsurları için tesis masraflarının % 2'si olacağı yaklaşımı yapılmıştır. Enerji masrafları, pompa gücü ve pompanın yıllık çalışma süresine göre harcanan elektrik miktarı dikkate alınarak belirlenmiştir (Balaban ve Korukçu 1970, Balaban 1986, Yıldırım 1996).

Yıllık sulama masrafları, yağmurlama sulama yöntemi için, sulama sisteminin yıllık sabit masrafı, yıllık bakım ve onarım masrafı, su ücreti, toplam sulama işçiliği masrafları ve enerji giderleri toplanarak bulunmuştur.

Çizelge 3.6. Sulama sistem unsurlarının servis ömürleri

Sistem unsurları	Servis ömrü (yıl)	Faiz oranı (%)
Pompa birimi	25	10
Gömülü PVC boru hatları	35	10
Yüzeyle serili PE boru hatları	15	10
Beton kanallar	20	10
Toprak kanallar	20	10
Damla ve mikro yağmurlama kontrol birimi	15	10
Küçük yağmurlama başlıkları	10	10
Damlaticılar	10	10
PVC boru (yüzeyde)	5	10
Dizel motoru	14	10
Elektrik motoru	25	10
Derin kuyu pompası	8	10

Çizelge 3.7. Farklı sulama yöntemleri için 1 hektarlık alanda gerekli işgücü süresi (h)

Sulama yöntemi	İşçi ihtiyacı
Yüzey sulama	
Tava	9,7
Uzun tava	8,9
Karık	7,6
Yağmurlama sulama	
Hareketli sistem	3,6
Sabit sistem	0,4
Tekerlekli lateraller	2,1
Gezici sistem	1,8
Doğrusal hareket	0,4
Centre pivot	0,4
Düşük basınçlı sulama	
Damla sulama	2,7
Mikro yağmurlama	2,1

Toplam gelir ve net gelirin elde edilmesinde, 2010, 2011 ve 2012 yılları deneme koşullarında elde edilen tane verimlerinin ortalaması ile yöre koşullarında kolzanın 2012 yılı önder çiftçi kooperatifi alım fiyatı ton değeri 1600 TL alınmıştır.

3.2.12. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise Duncan testi kullanılmış, sulama suyu ve bitki su tüketimi ile anılan verim bileşenleri arasındaki ilişkiler regresyon eşitlikleri ile Yurtsever (1984) ile Düzgüneş ve ark. (1987)' de verilen esaslara göre değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, araştırmada uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları, deneme konularından elde edilen verim ve verim bileşenlerine ilişkin sonuçlar, su – üretim ilişkileri, bitki su stresi indeksine ilişkin sonuçlar ile ekonomik analiz sonuçları verilmiş ve tartışılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Kolza Bitkisinin Fenolojik Gözlemlerine İlişkin Sonuçlar

Denemenin her üç yılına ilişkin büyüme periyodu süreçleri ve tüm büyüme mevsimi uzunluğu Çizelge 4.1' de ve gelişme dönemlerine ait görüntüler Şekil 4.1' de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü yıllarda ES Hydromel kolza tohumunun ekimi Ekim ayı içerisinde yapılmış ve ekimden yaklaşık 1 ay sonra çıkış tamamlanmıştır. Bu çeşidin toplam yetiştirme mevsimi uzunluğu yıldan yıla 261 – 274 gün arasında değişmiştir. Sulama uygulamalarının gerçekleştirileceği gelişme dönemlerinin başlangıç tarihi, ilk yıl Aralık – Mart aylarında görülen yüksek yağış ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak daha önce gerçekleşmiştir. Ayrıca 2009/2010 yılı sonbahar ve yaz yağışlarının yüksek olması ekim ve hasat tarihlerini geciktirmiştir.

4.2. Sulama Sonuçları

Kolza bitkisinin gelişme dönemlerine bağlı olarak yapılan sulamalarda uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama düzeylerine göre değişimleri Çizelge 4.2' de verilmiştir. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde, su eksikliği çekmeyen tam sulama konusu olarak adlandırılan III-I₁ sulama konusunda her bir gelişme döneminin başlangıcında 90 cm etkili kök derinliğinde ölçülen mevcut nem dikkate alınmış, bu nem tarla kapasitesine çıkarılacak biçimde sulamalara başlanmıştır. Diğer konulara verilen sulama suyu miktarlarında ise III-I₁ konusuna uygulanan sulama suyu dikkate alınmıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, deneme yıllarında konulara mevsimsel yağış değişimlerine bağlı olarak farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Tam su alan konuya (III-I₁) denemenin ilk yılında 364 mm, ikinci yılında 362 mm, son yıl ise 250 mm sulama suyu verilmiştir. Araştırmanın ilk iki yılında mevsim boyunca düşen toplam yağış sırasıyla 583 mm ve 694 mm olarak gerçekleşirken, son yıl 369 mm olmuştur. Yağışın mevsim içerisindeki dağılımı özellikle son yıl yapılması gereken vejetatif dönem sulamasına engel oluşturmuştur. Yetiştirme mevsimi içerisinde toplam yağış miktarı diğer yıllara göre daha düşük izlenmesine rağmen, son yıl vejetatif gelişme dönemi boyunca yaklaşık 200 mm yağış gerçekleşmiş, dolayısıyla sulama suyu uygulanamamıştır. Buna bağlı olarak toplam sulama suyu miktarı

daha az gerçekleşmiştir. Ayrıca Çizelge 4.2' den izlenebileceği gibi laterale en yakın I₁ konusu en fazla suyu alırken, lateralardan uzaklaştıkça uygulanan su miktarları yaklaşık doğrusal olarak azalmış ve diğer sulama düzeylerini oluşturmuştur. Tam su alan konuda 2010 yılında laterale en yakın sulama düzeyine (I₁) hesaplanan suyun ortalama % 101' i uygulanırken, laterale en uzak (I₅) sulama düzeyinde bu oran ortalama % 17' e düşmüştür. 2011 ve 2012 yıllarına ilişkin sulamalarda da benzer eğilim izlenmiştir. Yıllar arasında uygulanan sulama suyu miktarları ve sayılarındaki farklılık bitkinin uzun süren bir büyüme periyoduna sahip oluşu, kış yağışlarının oluşturduğu toprak suyu depolanması, ilkbahar yağışlarının dönemsel değişimi gibi faktörlere bağlanabilir.

Çizelge 4.1. Araştırma yıllarında kolza bitkisinin gelişme dönemleri

Dönem	Başlangıç tarihi	Bitiş tarihi	Periyot uzunluğu (gün)	DAP
Çimlenme-Çıkış	Ekim	Bitki bir kaç yapraklı olduğunda		
	26 Ekim 2009	24 Kasım 2009	30	0
	09 Ekim 2010	05 Kasım 2010	27	0
	08 Ekim 2011	07 Kasım 2011	30	0
Vejetatif gelişme	Bitki bir kaç yapraklı olduğunda	İlk çiçekler görüldüğünde		
	24 Kasım 2009	15 Nisan 2010	141	30
	05 Kasım 2010	18 Nisan 2011	164	27
	07 Kasım 2011	17 Nisan 2012	162	30
Çiçeklenme	İlk çiçekler görüldüğünde	Harnup oluşumu tamamlandığında		
	15 Nisan 2010	14 Mayıs 2010	29	171
	18 Nisan 2011	11 Mayıs 2011	23	191
	17 Nisan 2012	12 Mayıs 2012	25	192
Dane dolumu	Harnup oluşumu tamamlandığında	Harnuplar kurduğunda		
	14 Mayıs 2010	28 Mayıs 2010	14	200
	11 Mayıs 2011	28 Mayıs 2011	17	214
	12 Mayıs 2012	25 Mayıs 2012	13	217
Olgunlaşma	Harnuplar kurduğunda	Hasat		
	28 Mayıs 2010	14 Temmuz 2010	47	214
	28 Mayıs 2011	10 Temmuz 2011	43	231
	25 Mayıs 2012	05 Temmuz 2012	41	230
Toplam	Ekim	Hasat		
2009/2010	26 Ekim 2009	14 Temmuz 2010	261	261
2010/2011	09 Ekim 2010	10 Temmuz 2011	274	274
2011/2012	08 Ekim 2011	05 Temmuz 2012	271	271

DAP: Ekimden sonraki gün sayısı



Şekil 4.1. Kolza bitkisinin yetiştirme dönemlerine ait bazı görüntüler

Trakya bölgesinde İstanbulluoğlu ve ark. (2010) tarafından yürütülen bir araştırmada, kolza bitkisine uygulanan sulama suyu 254 – 258 mm arasında değişmiştir. Bu farklılık ise yetiştirme dönemi içindeki yağış miktarı ve dağılımındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Yürütülen araştırmada 2007-2008 yıllarında sırasıyla 256, 450 mm yağış düştüğü görülmektedir. Ülkemiz koşullarında Şanlıurfa’ da 2006/2007, 2008/2009 yıllarında Doğan ve ark. (2011) tarafından kolzada yürütülen bir diğer araştırmada ise, uygulanan sulama suyu ve düşen yağış miktarları yıllara göre sırasıyla 250, 315 mm ve 225, 275 mm olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, kolzada Banuelos ve ark. (2002) tarafından Kaliforniya, ABD’ de yürütülmüş araştırmada uygulanan sulama suyu miktarı 326 mm olurken, Bilibio ve ark. (2011)’ nin Brezilya’ da yürüttüğü bir diğer araştırmada ise 357-510 mm arasında değişmiştir.

4.3. Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Gelişme dönemleri ve farklı sulama düzeylerinde 2009/2010, 2010/2011 ve 2011/2012 yılları yetiştiricilik dönemleri içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları, yağış ve topraktaki nem değişimi değerleri de dikkate alınarak hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Ek Çizelge 4, 5, 6 ve 7’ de ayrıntıları ile verilmiştir. Bu değerlere göre saptanan aylık bitki su tüketimi değerleri grafiklendirilerek Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4’ de verilmiştir.

Her bir deneme konusu için toplam uygulanan sulama suyu miktarları ile toplam mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Bitki su tüketimi hesaplarında etkili kök bölgesinin altına sızabilecek nem miktarını da değerlendirebilmek için 120 cm toprak katmanında ölçülen nem değerleri dikkate alınmıştır. Çizelgeler incelendiğinde, her bir deneme yılında gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri tam su alan III konusunun laterale en yakın I1 sulama düzeyinde en yüksek değere ulaşmıştır. Anılan değerler ilk yıl 941 mm, ikinci yıl 923 mm, son deneme yılında ise 730 mm olmuştur. Diğer deneme konularında bitki su tüketimleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiştir. Sulama suyu uygulanmayan 000 konusunda ise bitki su tüketimi yıllara göre sırasıyla 699 mm, 698 mm ve 465 mm olarak en düşük tüketim değerlerini göstermiştir. Tüm deneme konularından elde edilen su tüketimi değerleri, kolza bitkisinde dünyada pek çok bölgede daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen 400 - 700 mm arasında değişen mevsimlik bitki su tüketim değerlerinin bir miktar üzerinde kalmaktadır (Banuelos ve ark. 2002, Tesfamariam 2004, Rahnema ve Bakhshandeh 2006, Bilibio ve ark. 2011, Majnooni-Heris ve ark. 2012). Özellikle susuz konuda izlenen su tüketimi değerlerinin yüksek oluşu yetiştirme mevsimi boyunca izlenen 369-694 mm arasında değişen yağış miktarından kaynaklanmaktadır. Nielsen (1996) tarafından ABD’ de yürütülen çalışmada kolza bitkisinde

mevsimlik su tüketimi değerleri yağışın tamamen engellendiği koşullarda, 302-399 mm arasında gerçekleşmiştir. İstanbulluoğlu ve ark. (2010) aynı yörede yürüttükleri çalışmada ise kolza bitkisinin su tüketimini farklı sulama düzeylerine bağlı olarak 465–715 mm arasında belirlemişlerdir. Doğan ve ark. (2011) yağışın 275-316 mm aralığında gerçekleştiği Şanlıurfa koşullarında, kolza bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimini önerilen sulama programında 462, 450 mm olarak hesaplamışlardır.

Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4' te verilen grafikler incelendiğinde ise, aylık su tüketimi değerlerinin her üç yılda da Nisan ayına kadar göreceli sabit olduğu, ancak bu aydan sonra sıcaklıkların artması, bitkinin vejetatif gelişmesini tamamlaması, sulama uygulamalarının başlaması ve yağış değerlerine bağlı olarak farklı düzeylerde seyrettiği izlenmiştir. Sulama suyu uygulamasının gerçekleştiği ve yağış toplamlarının yüksek olduğu aylarda bitki su tüketimi değerleri en yüksek olmuştur. Deneme süresince düşen yağışın tamamının etkili yağış olarak alınması, bazı aylarda bitki su tüketimi miktarının aylık yağış miktarının altında ve aylık evaporasyon toplamının üstünde görülmesine sebep olmuştur. Tam su alan (III) I₁ sulama düzeyinde en yüksek aylık bitki su tüketimi denemenin ilk yılı 192 mm, ikinci yıl 263 mm ve son yıl 195 mm olarak Mayıs ayında elde edilmiştir. Diğer sulama suyu düzeylerinde ise aylık su tüketimleri lateralden uzaklaştıkça giderek azalmıştır. Toplam bitki su tüketimi 2011/2012 yetiştirme döneminde yıllık yağış toplamlarına bağlı olarak en düşük olmuş, ancak yıldan yıla yağışların yıl içindeki dağılımının farklı olmasından dolayı aylık su tüketimleri özellikle sulama yapılan aylarda göreceli daha yüksek olmuştur. Sulama yapılmayan (000) konuda aylık su tüketimleri aylık yağış toplamlarına göre farklılık göstermiş, ilk yıldan itibaren ortalama aylık su tüketimleri sırasıyla 78 mm, 70 mm ve 47 mm gerçekleşmiştir.

4.4. Verim ve Verim Bileşenlerine İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde, hasatta ve laboratuvar koşullarında her bir deneme konusu için belirlenen toplam verim, kuru madde oranı, protein oranı, yağ oranı, yağ asitleri kompozisyonu gibi parametrelere ilişkin elde edilen sonuçlar ve bu değerlere göre yapılan istatistiksel analizler detaylı olarak verilmiştir.

4.4.1. Toplam verim

Araştırmada uygulanan sulama konuları ve sulama düzeylerinden elde edilen verimler Ek Çizelge 8' de, ortalama verimler Çizelge 4.4' de ve varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.5' de verilmiş; gruplar arasındaki farklılıkları ortaya koyan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.6' da gösterilmiştir.

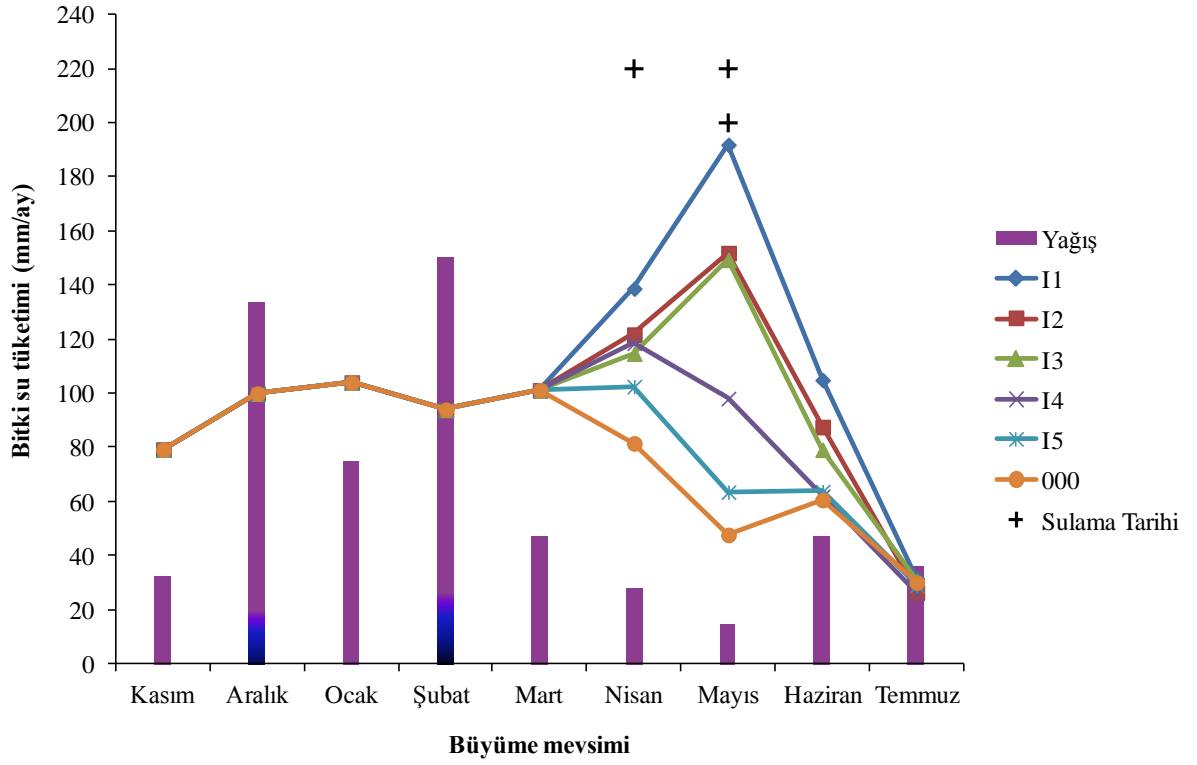
Çizelge 4.2. Araştırma yıllarında kolza bitkisinin gelişme dönemlerinde uygulanan sulama suyu miktarları

Deneme yılı	Su uygulama dönemleri	Uygulanması gereken sulama suyu miktarı (mm)	Sulama düzeyleri (mm)									
			I ₁		I ₂		I ₃		I ₄		I ₅	
			Kuzey	Güney	Kuzey	Güney	Kuzey	Güney	Kuzey	Güney	Kuzey	Güney
2009/2010	Vejetatif gelişme	90	96	107	73	86	62	69	48	42	27	19
	Çiçeklenme	112	124	123	107	96	99	83	73	66	25	19
	Olgunlaşma	145	141	136	115	102	89	90	70	58	15	13
	Toplam	347	361	366	295	284	250	242	191	166	67	51
	Uygulama %' si		100	101	82	78	69	66	53	45	19	14
2010/2011	Vejetatif gelişme	95	103	107	86	97	66	72	60	54	25	23
	Çiçeklenme	120	125	121	106	88	98	70	57	43	38	33
	Olgunlaşma	125	138	130	112	101	88	79	60	54	15	13
	Toplam	340	366	358	304	286	252	221	177	151	78	69
	Uygulama %' si		100	98	83	80	69	62	48	42	21	19
2011/2012	Vejetatif gelişme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Çiçeklenme	120	116	115	79	82	61	58	36	34	15	12
	Olgunlaşma	132	130	139	115	108	89	85	47	44	10	11
	Toplam	252	246	254	194	190	150	143	83	78	25	23
	Uygulama %' si		100	103	79	75	61	59	34	31	10	9

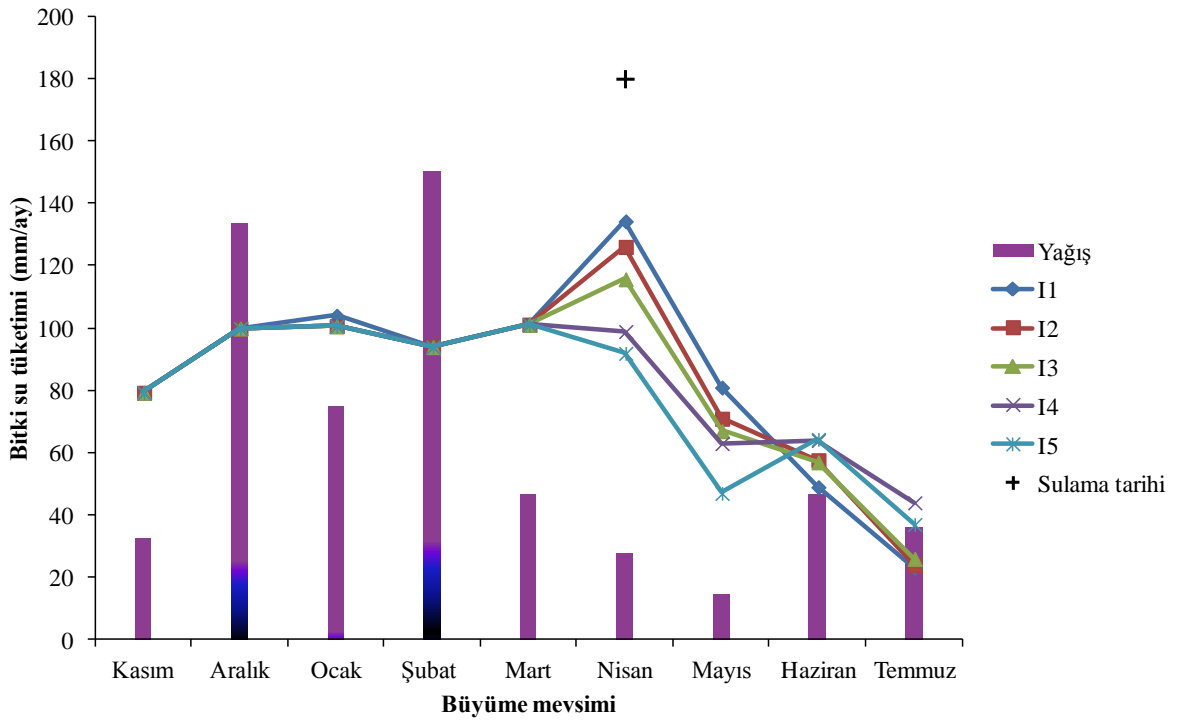
Çizelge 4.3. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve kolza bitkisinin mevsimlik su tüketimleri (mm)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	2009/2010		2010/2011		2011/2012	
		Toplam uygulanan su	Toplam su tüketimi	Toplam uygulanan su	Toplam su tüketimi	Toplam uygulanan su	Toplam su tüketimi
III	I ₁	364	941	362	923	250	730
	I ₂	290	867	295	858	192	676
	I ₃	246	853	237	813	146	630
	I ₄	179	784	164	733	81	571
	I ₅	59	738	74	727	24	494
IOO	I ₁	102	766	105	768	-	-
	I ₂	80	754	92	753	-	-
	I ₃	66	745	69	729	-	-
	I ₄	45	739	57	710	-	-
	I ₅	23	722	24	712	-	-
OIO	I ₁	124	833	123	771	116	641
	I ₂	102	811	97	735	81	571
	I ₃	91	790	84	731	60	555
	I ₄	70	774	50	704	35	505
	I ₅	22	726	36	704	14	479
OOI	I ₁	139	838	134	737	135	599
	I ₂	109	808	107	710	112	586
	I ₃	90	789	84	707	87	561
	I ₄	64	763	57	700	46	511
	I ₅	14	713	14	682	11	476
000		-	699	-	698	-	465

Çizelge 4.4' den izleneceği gibi, araştırmanın her üç yılında da en yüksek tane verimi her üç dönemde de tam sulanan konunun laterale en yakınındaki sulama düzeyinden (III-I₁) sırası ile 484, 491 ve 477 kg da⁻¹ elde edilmiştir. Uygulanan sulama programına ve su düzeylerine bağlı olarak verimler değişiklik göstermiş, en düşük verim ise sulama suyu uygulanmayan (susuz) konuda ilk yıl 314 kg da⁻¹, ikinci yıl 337 kg da⁻¹ ve son yıl 357 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur. Deneme konularında elde edilen verim değerlerinin genel olarak sulama düzeylerindeki artışa paralel olarak artması, kolza tarımında bitkinin suya hassas olduğu düşünülen dönemlerde yapılabilecek uygulamalar ile üretim potansiyelinin artırılabilceğini göstermektedir. Farklı bölgelerde kolza bitkisi üzerine gerçekleştirilen, farklı sulama yöntemlerinin ve sulama programlarının uygulandığı araştırmalarda ise elde edilen verim değerleri 150 – 480 kg da⁻¹ arasında değişmiştir (Dreccer ve ark. 2000, Öz 2002, Banuelos ve ark. 2002, Tesfamariam 2004, İstanbulluoğlu ve ark. 2010, Moaveni ve ark. 2010, Bilibio ve ark. 2011, Shabani ve ark. 2013). Denemenin her üç yılında da azalan su miktarına bağlı olarak verimlerde düşmeler belirlenmiş, lateralden en uzak sulama düzeylerinde (I₅), laterale en yakın konumlara göre %10 – 33 arasında değişen oranlarda verim azalmaları saptanmıştır.

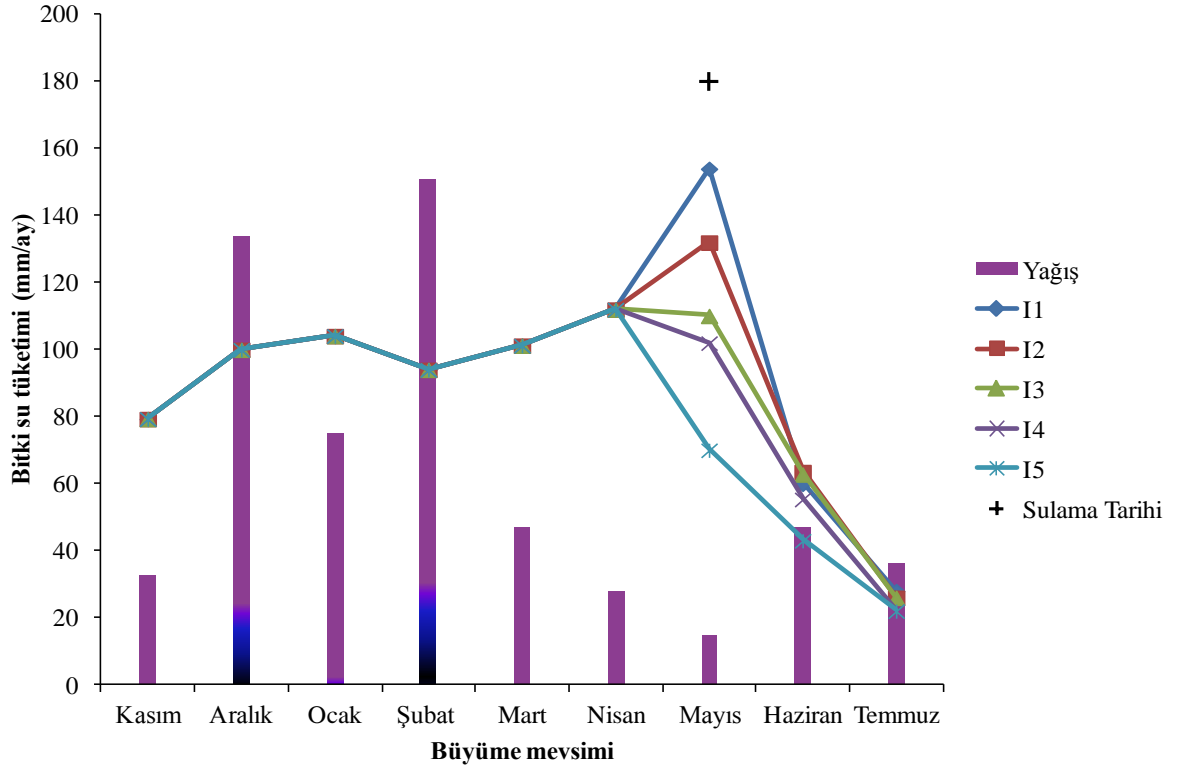


a) III konusu

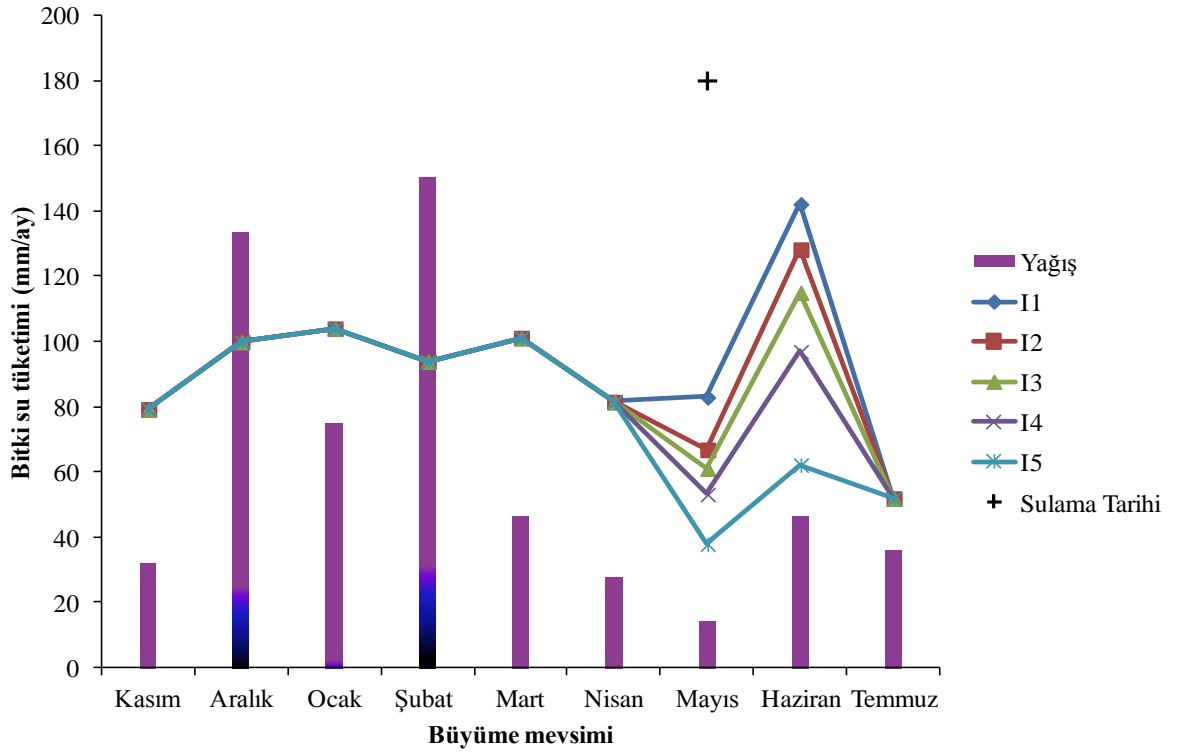


b) I00 konusu

Şekil 4.2. Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2009/2010 yılındaki zamansal değişimi

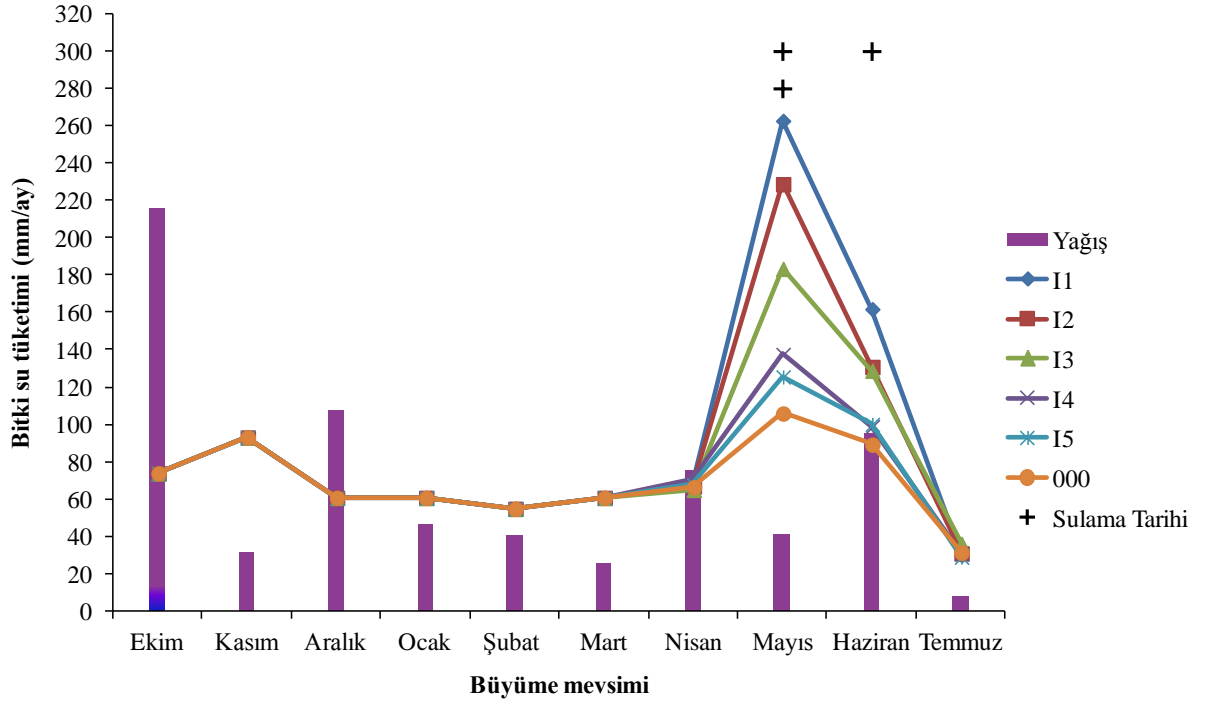


c) OIO konusu

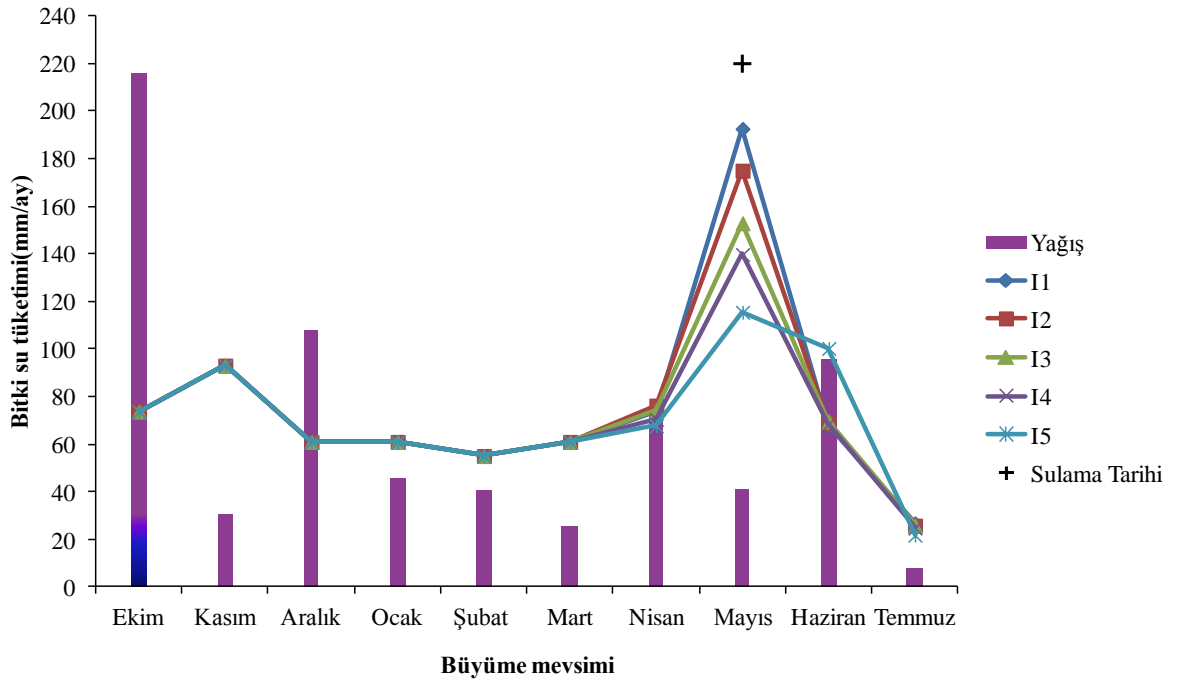


d) OOI konusu

Şekil 4.2. (Devam) Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2009/2010 yılındaki zamansal değişimi

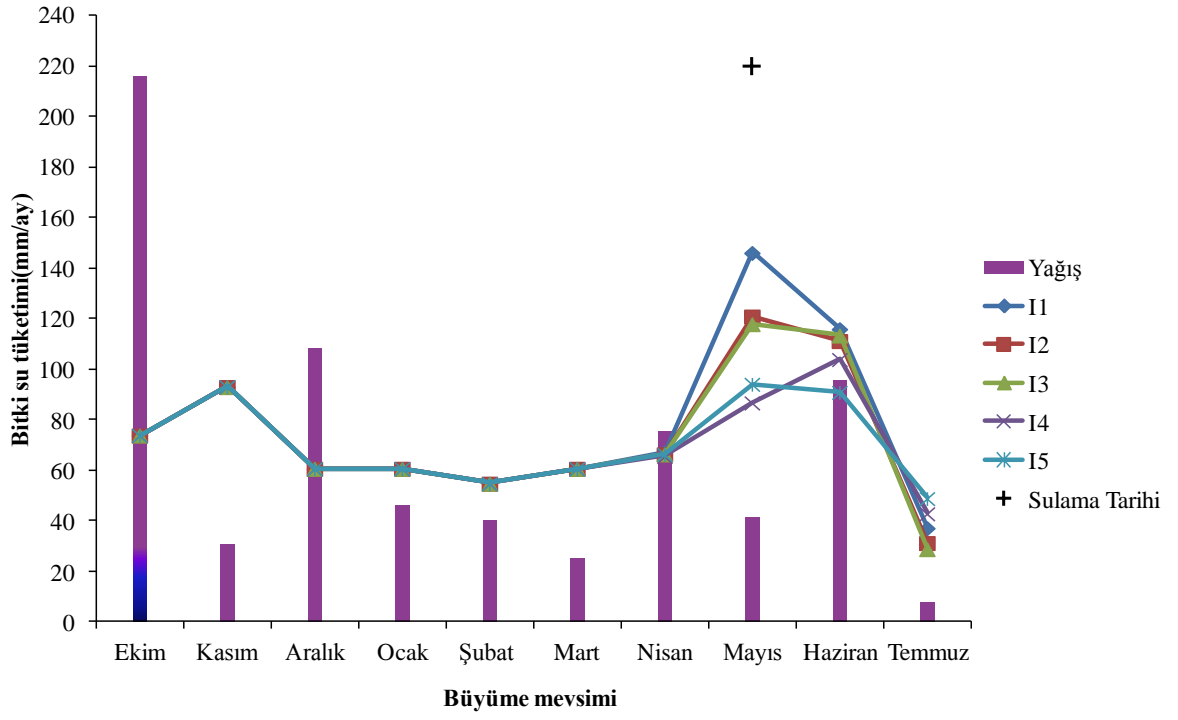


a) III konusu

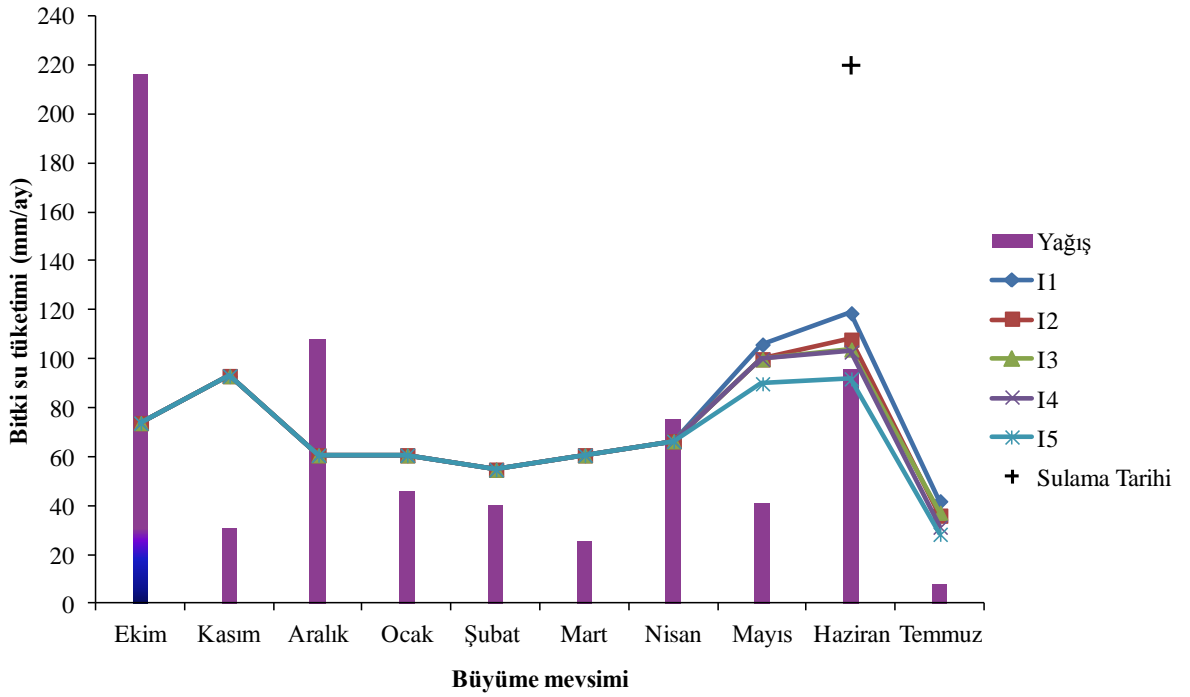


b) I00 konusu

Şekil 4.3. Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2010/2011 yılındaki zamansal değişimi

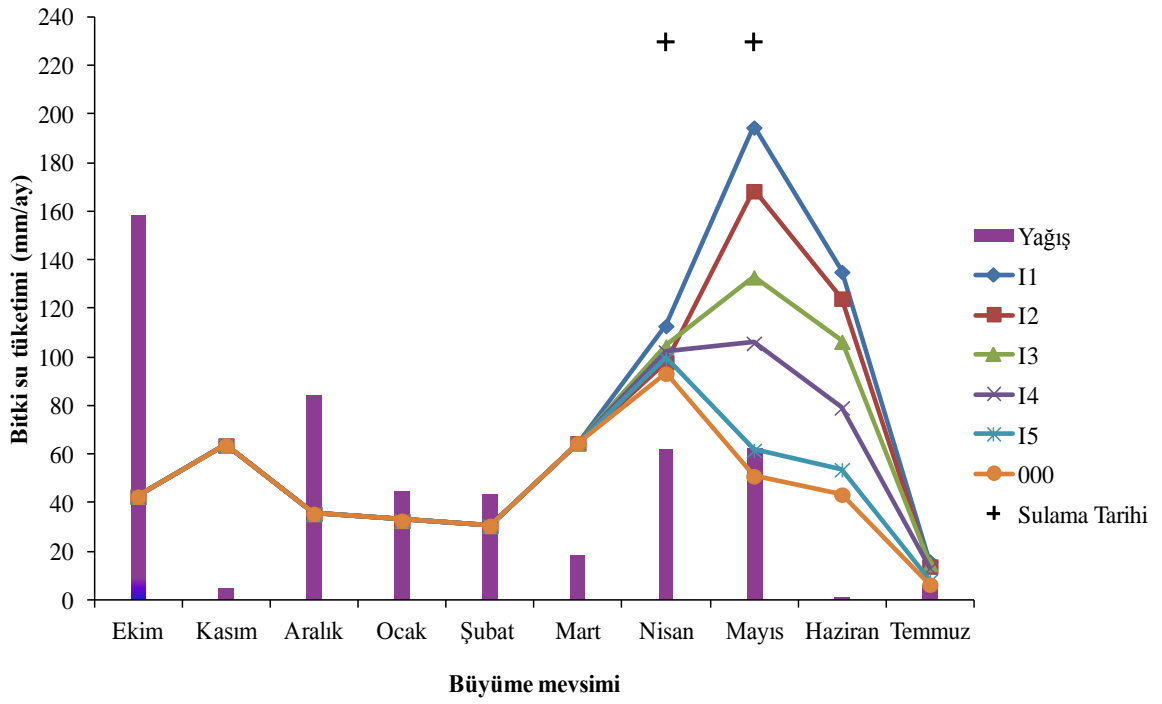


c) 0I0 konusu

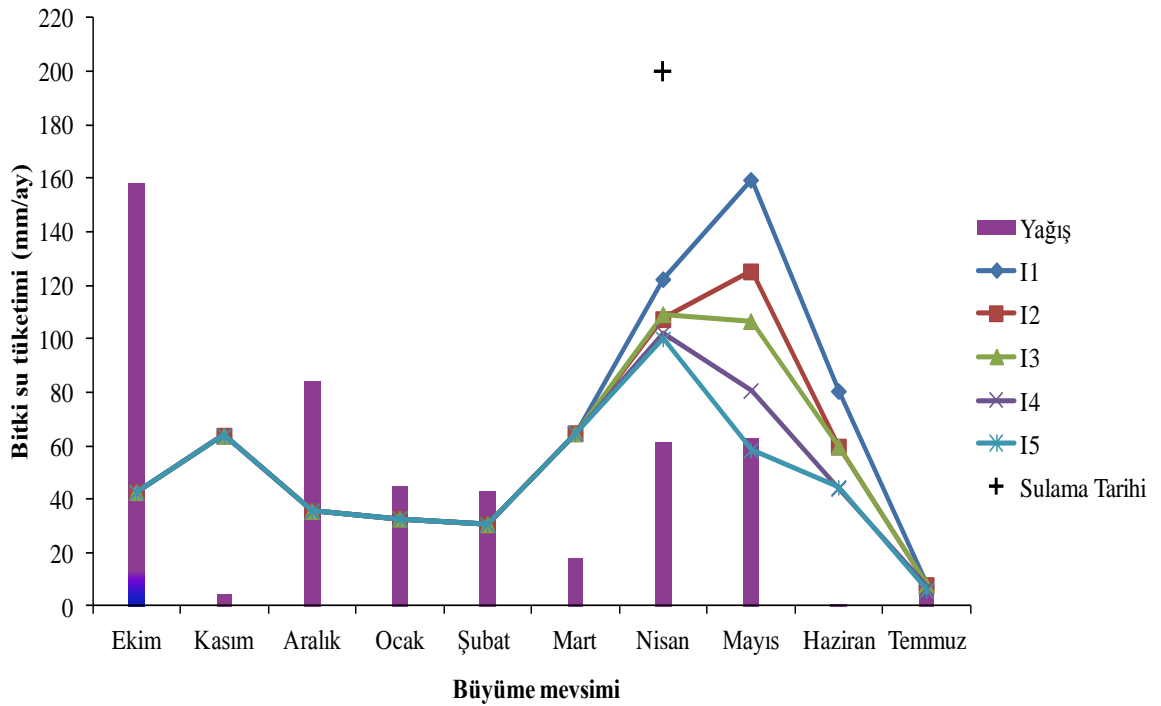


d) 00I konusu

Şekil 4.3. (Devam) Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2010/2011 yılındaki zamansal değişimi

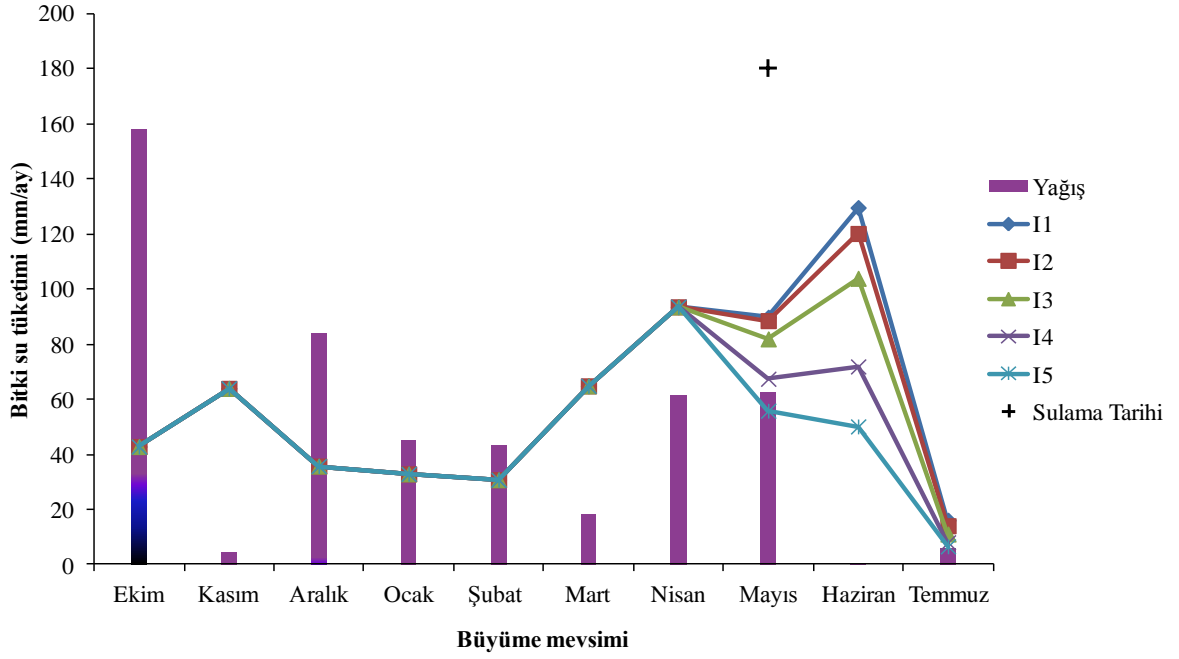


a) III konusu



b) OIO konusu

Şekil 4.4. Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2011/2012 yılındaki zamansal değişimi



c) 00I konusu

Şekil 4.4. (Devam) Kolza bitkisinin sulama düzeylerine göre aylık bitki su tüketimi değerlerinin 2011/2012 yılındaki zamansal değişimi

Verim azalmalarının düşük düzeyde kalması araştırmanın her üç yılında da kaydedilen yüksek yağışlara bağlanabilir. Farklı gelişme dönemlerinde yapılan sulamalar verim düzeylerinde farklılıklara neden olmuştur. Genel olarak, yalnızca vejetatif dönemde uygulanan sulamada (I00) tane verimi 245-434 kg da⁻¹, çiçeklenme döneminde yapılan su uygulamasında (0I0) 236-471 kg da⁻¹, olgunlaşma döneminde yapılan su uygulamasında (00I) ise 333-354 kg da⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir. Bu sonuçlara göre kolza bitkisinin gerek vejetatif dönemde ve gerekse çiçeklenme döneminde, olgunlaşma dönemine kıyasla su eksikliğine daha duyarlı olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, uygulanan farklı sulama programlarının ve su kısıntılarının kolza tane verimini önemli ölçüde etkilediği ifade edilebilir. Ülkemiz koşullarında Şanlıurfa' da Doğan ve ark. (2011) tarafından yürütülen çalışmada; kolza bitkisinde kullanılabilir suyun %50' si tüketildiğinde sulamalara başlanmış, A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın tamamı ve bunun altında kısıtlı su uygulamaları yapılmıştır. Bu koşullarda en yüksek tane verimi kaptan olan buharlaşmanın tamamının uygulandığı konuda ilk ve ikinci yıl sırasıyla 395, 388 kg da⁻¹, en düşük tane verimi susuz konudan 109 ve 133 kg da⁻¹ elde edilmiştir. İstanbulluoğlu ve ark. (2010) tarafından yapılan diğer bir çalışmada kolzanın çiçeklenme, dane oluşumu ve olgunlaşma dönemleri dikkate alınarak farklı sulama programları gerçekleştirilmiştir. En yüksek verim üç dönemde de su uygulaması yapılan konuda 480 kg da⁻¹ elde edilmiş, bu konuyu çiçeklenme-olgunlaşma, dane

oluşumu-olgunlaşma ve sadece çiçeklenme döneminde su uygulanan konulardan alınan verimler, 405, 404, 401 kg da⁻¹ olarak izlemiştir. Susuz konudan alınan verim değeri 330 kg da⁻¹ ile en düşük bulunmuştur.

Deneme yıllarında konularda elde edilen tane verimi değerlerinin varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.5); 2010 yılında sulama konuları (SK), sulama düzeyleri (SD), sulama konusu x sulama düzeyi interaksyonu, yön x sulama konusu ve yön x sulama düzeyi interaksyonları arasında istatistiksel açıdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar bulunurken, yön x sulama düzeyi x sulama konusu interaksyonunda ise $p < 0,05$ düzeyinde farklılık görülmüştür. 2011 yılında sonuçlar benzer olmuş, ancak yöne bağlı interaksyonlar önemsiz bulunurken, sulama konusu x sulama düzeyi interaksyonu arasında %1 fark elde edilmiştir. Araştırmanın 2012 yılında ise sadece sulama düzeyleri ve yön x SD interaksyonu arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemlilik göstermiştir. Farklılık düzeyinin belirlenmesinde her bir varyans için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6' da, interaksyonlara ilişkin sonuçlar ise Ek Çizelge 16' da verilmiştir. Çizelgeye göre, 2010 ve 2011 yılında SK ve SD; 2012 yılında ise yön ve SD' leri arasında değişkenlik gösteren gruplar oluşmuştur. Her üç yetiştiricilik döneminde, tam sulanan III konusu ve I₁ sulama düzeyi en yüksek verim değerine sahip grup olarak gözlenmiş; genel olarak diğer parametrelerin de etkisi ortaya konulduktan sonra, kolza yetiştiriciliğinde verim artışı sağlamak için önerilebileceği görülmüştür. Denemenin ilk 2 yılında sulama düzeyleri 4 farklı grup, son yılında ise 5 farklı grup oluşturmuştur. Bu durum kolzada su kısıdından kaynaklanan verim azalmasını açıkça göstermektedir. Sulama konuları arasındaki farklılık son yıl istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuş, ilk iki yıl ise önemlilikten doğan grup sayısı sırasıyla 4 ve 3 olmuştur. İlk yıl yüksek verim açısından III ve 0I0 konusu birlikte ortak grupları, ikinci yıl ise III konusu ilk grubu, I00 ve 00I konuları geçiş grubunu, 0I0 ise son grubu oluşturmuştur. Konular arasında önemlilik sırasının değişiklik göstermesi anılan dönemlerin birbirini yakın sürelerle izlemesine, kıştan çıkmış bitkinin yağışların da yeterli olmasıyla stresi yok edebilme yeteneğine bağlanabilir. Ek Çizelge 16 incelendiğinde, 2010 yılı yön x sulama konusu x sulama düzeyi interaksyonunda kuzey yönü, 00I konusu I₁ sulama düzeyi ilk grupta, III sulama konusu ve sırasıyla I₁, I₂, I₃ sulama düzeyleri bu grubun hemen altında yer alan geçiş grubunda yer almışlardır. 2011 yılında, SK x SD interaksyonunda III konusu I₁ düzeyi ilk grubu, 0I0 konusu I₁ düzeyi geçiş grubunu oluşturmaktadır. 2012 yılında ise yön x SD interaksyonunda I₁, I₂, I₃ sulama düzeyleri ilk grubu oluşturmuştur. Genel olarak interaksyon grupları incelendiğinde III konusu ve I₁ sulama düzeyinin en yüksek verimin eldesinde ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.4. Araştırma yıllarında konulara göre kolza bitkisinin ortalama verim değerleri (kg da⁻¹)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl		
		2009/2010	2010/2011	2011/2012
III	I ₁	484	491	477
	I ₂	443	457	450
	I ₃	435	446	412
	I ₄	422	399	381
	I ₅	426	385	365
I00	I ₁	398	416	-
	I ₂	382	373	-
	I ₃	354	356	-
	I ₄	365	315	-
	I ₅	360	245	-
0I0	I ₁	456	471	437
	I ₂	401	361	387
	I ₃	402	308	379
	I ₄	399	255	357
	I ₅	331	236	288
00I	I ₁	454	452	446
	I ₂	416	450	443
	I ₃	366	448	420
	I ₄	333	403	385
	I ₅	345	373	383
000		314	337	357

Çizelge 4.5. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen verim değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011		SD	2011/2012	
		KO	F değeri	KO	F değeri		KO	F değeri
Tekerrür	1	4187,04	1,72ns	48285,51	85,38ns	1	39480,50	2,17ns
Yön	1	85442,67	35,02ns	12673,01	22,41ns	1	113605,56	236,43*
Hata 1	1	2440,17		565,51		1	480,50	
Sulama konusu (SK)	3	15911,74	10,44**	53079,12	4,92*	2	12281,60	6,08ns
Yön*SK	3	26064,97	17,10**	8149,09	0,76ns	2	6785,18	3,36ns
Hata 2	6	1524,44		10793,68		4	2020,58	
Sulama düzeyi (SD)	5	32213,60	13,15**	47875,61	28,96**	5	21193,75	17,14**
Yön*SD	5	10610,34	4,33**	3163,76	1,91ns	5	6025,22	4,87**
SK*SD	15	2102,63	0,86ns	5281,97	3,20**	10	1338,31	1,08ns
Yön*SK*SD	15	4786,85	1,95*	2894,38	1,75ns	10	1703,99	1,38ns
Hata	40	2449,43		1653,34		30	1236,36	
Genel	95	6764,06		7936,28		71	5681,57	

ns: önemsiz, *: P<0,05 düzeyinde önemli, **: P<0,05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.6. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen verim değerlerine ilişkin Duncan grupları

2009/2010	Yönler					
	Kuzey 377,83			Güney 391,04		
	Sulama konuları					
	III 420,68 a	I00 361,96 b		OIO 383,75 ab		O0I 371,38 b
Sulama düzeyleri						
I ₁ 448,00 a	I ₂ 410,19 ab	I ₃ 389,31 b	I ₄ 379,50 b	I ₅ 365,63 b	I ₆ 314,00 c	
S _x : 24,74						
2010/2011	Yönler					
	Kuzey 351,94			Güney 396,80		
	Sulama konuları					
	III 418,96 a	I00 340,13 ab		OIO 327,83 b		O0I 410,54 ab
Sulama düzeyleri						
I ₁ 457,25 a	I ₂ 410,13 ab	I ₃ 389,38 b	I ₄ 342,88 c	I ₅ 309,56 c	I ₆ 337,00c	
S _x :20,33						
2011/2012	Yönler					
	Kuzey 432,83 a			Güney 353,39 b		
	Sulama konuları					
	III 406,79	I00 -		OIO 367,00		O0I 405,54
Sulama düzeyleri						
I ₁ 453,08 a	I ₂ 426,58 ab	I ₃ 403,58 bc	I ₄ 374 cd	I ₅ 346,08 d	I ₆ 355,33 d	
S _x : 17,58						

4.4.2. Bin dane ağırlığı

Araştırmada elde edilen bin dane ağırlığı değerleri Ek Çizelge 9, ortalama bin dane ağırlıkları Çizelge 4.7' de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8' de ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.9' da açıklanmıştır. Çizelge 4.7 incelendiğinde toplam verimde olduğu gibi en yüksek bin dane ağırlığı değerleri III-I₁ konusundan elde edilmiş, değerler 2010-2012 yetiştiricilik dönemleri için sırasıyla 4,4, 3,7 ve 4,1 g olarak bulunmuştur. Bu değerler farklı araştırmacılar tarafından açıklanan 2,6-4,6 g aralığındaki bin dane ağırlıkları ile benzerlik göstermektedir (Ahmadi ve Bahrani 2009, Moaveni ve ark. 2010, Bilibio ve ark. 2011, Doğan ve ark. 2011, Shabani ve ark. 2013). Varyans analizi sonuçlarının verildiği Çizelge 4.8' den görüleceği gibi araştırmanın ilk yılında SK ve SD (p<0,05), üçüncü yılında ise SD (p<0,01) arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Çizelge 4.9' da izlenen Duncan testi sonuçlarına

göre, ilk yıl SK' ları arasında III konusu ve SD' leri arasında I₁ düzeyi en yüksek (4,1 g) bin dane ağırlığı grubunu oluşturmuştur. İkinci yılda tüm konulara ait farklılıklar ve her üç yılda interaksiyonlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Araştırma yıllarında deneme konularına ilişkin ortalama bin dane ağırlığı değerleri (g)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl		
		2009/2010	2010/2011	2011/2012
III	I ₁	4,4	3,7	4,1
	I ₂	4,3	3,7	4,1
	I ₃	4,3	3,7	4,2
	I ₄	4,1	3,7	4,1
	I ₅	3,9	3,7	4,2
I00	I ₁	3,6	3,6	-
	I ₂	3,7	3,6	-
	I ₃	3,7	3,6	-
	I ₄	3,7	3,6	-
	I ₅	3,6	3,6	-
0I0	I ₁	3,9	3,6	4,0
	I ₂	3,7	3,6	3,9
	I ₃	3,9	3,6	3,9
	I ₄	3,7	3,6	3,9
	I ₅	3,7	3,6	4,0
00I	I ₁	3,9	3,7	4,1
	I ₂	4,0	3,7	3,9
	I ₃	4,0	3,7	4,0
	I ₄	3,7	3,8	4,0
	I ₅	3,6	3,7	4,3
000		3,7	3,7	3,9

Çizelge 4.8. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlığı değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011		SD	2011/2012	
		KO	F değeri	KO	F değeri		KO	F değeri
Tekerrür	1	0,001	0,009ns	1,000	6,651ns	1	0,067	13,444ns
Yön	1	0,055	0,550ns	0,082	0,543ns	1	0,009	1,778ns
Hata 1	1	0,100		0,150		1	0,005	
Sulama konusu (SK)	3	0,852	38,876**	0,074	1,773ns	2	0,127	2,663ns
Yön*SK	3	0,005	0,208ns	0,069	1,652ns	2	0,077	1,616ns
Hata 2	6	0,022		0,042		4	0,048	
Sulama düzeyi (SD)	5	0,249	4,162**	0,009	1,028ns	5	0,108	2,951*
Yön*SD	5	0,054	0,896ns	0,005	0,602ns	5	0,018	0,489ns
SK*SD	15	0,082	1,370ns	0,005	0,503ns	10	0,015	0,412ns
Yön*SK*SD	15	0,020	0,335ns	0,005	0,559ns	10	0,027	0,731ns
Hata	40	0,060		0,009		30	0,037	
Genel	95	0,087		0,026		71	0,040	

Çizelge 4.9. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlıklarına ilişkin Duncan grupları

2009/2010	Yönler					
	Kuzey 3,82			Güney 3,87		
	Sulama konuları					
	III 4,11 a	I00 3,69 c	O10 3,74 bc	00I 3,82 b		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 3,95 a	I ₂ 3,95 a	I ₃ 3,95 a	I ₄ 3,78 ab	I ₅ 3,71 b	I ₆ 3,70 b	
S _x : 0,12						
2011/2012	Yönler					
	Kuzey 4,03			Güney 4,01		
	Sulama konuları					
	III 4,08	I00 -	O10 3,94	00I 4,04		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 4,08 ab	I ₂ 3,96 ab	I ₃ 4,05 ab	I ₄ 3,98 ab	I ₅ 4,17 a	I ₆ 3,90 b	
S _x : 0,09						

4.4.3. Kuru madde içeriği

Kuru madde içeriğine ilişkin sonuçlar Ek Çizelge 10, ortalamaları Çizelge 4.10, önemlilik düzeylerini ortaya koyan varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.11' te verilmiştir. Araştırmanın son yılı, kuru madde örneklerinde yaşanan kayıplar nedeniyle, değerlendirmeye alınmamıştır. Çizelge 4.12' den izlenebileceği gibi kuru madde içerikleri ilk yıl %90 -92, ikinci yıl %89 -93 arasında değişmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre 2010 yılında sulama düzeyleri arasında, 2011 yılında ise sulama konuları arasında ve ayrıca ilk yetiştiricilik döneminde SK*SD, ikincisinde ise yön*SK*SD arasındaki interaksiyonlarda sırasıyla %5 ve %1 düzeylerinde önemlilik bulunmuştur (Ek Çizelge 17). Ek Çizelge 17 incelendiğinde, 2010 yılında, yön x sulama konusu x sulama düzeyi interaksiyonunda 00I sulama konusu ve I₂ sulama düzeyi tek başına ilk grubu, 2011 yılında ise sulama konusu x sulama düzeyi interaksiyonunda 00I konusu ve I₄ sulama düzeyi ilk grubu oluşturmaktadır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde kuru madde içerikleri yakın olmasına rağmen istatistiksel açıdan, olgunlaşma döneminde su uygulanan konuda artan su kısıtı ile kuru madde içeriğinin de diğer konulara göre ön plana çıktığı söylenebilir.

Çizelge 4.10. Araştırma yıllarında deneme konularına göre ortalama kuru madde içerikleri (%)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl	
		2009/2010	2010/2011
III	I ₁	90	92
	I ₂	90	92
	I ₃	90	92
	I ₄	90	92
	I ₅	91	93
I00	I ₁	90	90
	I ₂	90	89
	I ₃	91	91
	I ₄	91	91
	I ₅	90	89
0I0	I ₁	90	91
	I ₂	90	92
	I ₃	91	93
	I ₄	91	93
	I ₅	90	92
00I	I ₁	91	90
	I ₂	91	90
	I ₃	92	90
	I ₄	92	90
	I ₅	91	91
000		91	91

Çizelge 4.11. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama kuru madde içeriği değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011	
		KO	F değeri	KO	F değeri
Tekerrür	1	0,844	0,130ns	7,042	1,690ns
Yön	1	0,010	0,002ns	1,500	0,360ns
Hata 1	1	6,510		4,167	
Sulama konusu (SK)	3	4,510	1,125ns	39,514	9,017*
Yön*SK	3	0,594	0,148ns	2,250	0,513ns
Hata 2	6	4,010		4,382	
Sulama düzeyi (SD)	5	3,260	3,942**	3,742	2,357ns
Yön*SD	5	0,710	0,859ns	1,100	0,693ns
SK*SD	15	1,044	1,262ns	3,114	1,962*
Yön*SK*SD	15	1,927	2,330**	0,817	0,514ns
Hata	40	0,827		1,588	
Genel	95	1,518		3,273	

Çizelge 4.12. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama kuru madde içeriklerine ilişkin Duncan grupları

	Yönler					
	Kuzey 90,63			Güney 90,54		
2009/2010	Sulama konuları					
	III 90,29	I00 90,38	O10 90,63	00I 91,25		
	Sulama düzeyleri					
	I ₁ 90,06 b	I ₂ 90,13 b	I ₃ 90,88 ab	I ₄ 91,13 a	I ₅ 90,63 ab	I ₆ 91,00 a
S _x : 0,46						
2010/2011	Yönler					
	Kuzey 91,39			Güney 91,14		
	Sulama konuları					
	III 90,17 b	I00 90,25 b	O10 91,88 ab	00I 92,79 a		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 90,75	I ₂ 90,94	I ₃ 91,56	I ₄ 92,06	I ₅ 91,31	I ₆ 91,00	
S _x : 0,63						

4.4.4. Protein oranı

Araştırmanın 2010, 2011 yılları yetiştirme dönemlerinde, farklı su düzeylerini içeren deneme parsellerinden alınan kolza tohumlarında belirlenen protein miktarları Ek Çizelge 11’ de, ortalama değerleri Çizelge 4.13’ da verilmiştir. Kjeldahl cihazında 2012 yılında meydana gelen arıza dolayısıyla analiz yapmak mümkün olamamıştır. Elde edilen protein oranları ilk yıl % 19-29, ikinci yıl ise % 21-25 arasında değişmiştir. Deneme konularına göre ortaya çıkan farklılığın düzeyinin belirlenmesi için gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’ de, farklılık gösteren konuların gruplandırılmasında yararlanılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.15 ve Ek Çizelge 18’ de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; sulama konularının ve sulama suyu düzeylerinin elde edilen protein oranına etkisi her iki yıl için istatistiksel olarak <0,05 düzeyinde önemli olmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak gerçekleştirilen Duncan testine göre, 2010 ve 2011 yıllarında sulama konularının ve su düzeylerinin tohum protein içeriklerine etkisi bakımından konular farklı grup ya da geçiş gruplarında yer almıştır. Çiçeklenme döneminde su uygulanan O10 konusunda her iki yılda da protein oranı en yüksek, sulama suyu uygulanmayan konuda ise en düşük bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde yapılan sulamanın protein içeriğini artırıcı etkisi olduğu açıkça görülmektedir. Tahir ve ark. (2007) tarafından Pakistan’ da kolza

bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde kısıt yaratılarak yürütülen araştırmada konular arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır ve protein oranlarının %20,02-20,48 arasında değiştiği açıklanmıştır. İran’ da Shabani ve ark. (2013)’ nin yürüttüğü bir diğer araştırmada elverişli suyun %20’ si eksildiğinde sulamaya başlanan tam sulama konusunda protein oranları %17,8-21,3 arasında değişmiştir. Sinaki ve ark. (2007) nin yaptığı araştırmada kolza bitkisinde protein oranları %18-21,9 arasında elde edilmiştir. Su kısıtı yapılan konularda genel olarak protein oranları daha yüksek bulunmuştur.

4.4.5. Yağ oranı

Yağ içeriği kolza tohumunda çok önemli kalite parametrelerinden birisidir. Tohumun çeşit özelliklerine bağlı olarak, yapılan çalışmalarda yağ oranlarının %35-50 arasında değiştiği açıklanmaktadır (Sinaki ve ark. 2007, Anonim 2010, İstanbulluoğlu ve ark. 2010, Maleki ve Mirshekari 2011, Shabani ve ark. 2013). Çalışmada elde edilen yağ oranları Ek Çizelge 12’ de, ortalamaları Çizelge 4.16’ da, yapılan varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.17’ de verilmiştir. Değerler çizelgeden de görülebileceği gibi, 2010 yılında %36-42, 2011 ve 2012 yıllarında ise %37-39 aralığında bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama protein oranı değerleri (%)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl	
		2009/2010	2010/2011
III	I ₁	23	23
	I ₂	23	23
	I ₃	23	24
	I ₄	23	24
	I ₅	23	23
I00	I ₁	20	22
	I ₂	20	21
	I ₃	19	21
	I ₄	19	21
	I ₅	19	22
0I0	I ₁	29	25
	I ₂	28	25
	I ₃	28	25
	I ₄	29	25
	I ₅	29	25
00I	I ₁	21	22
	I ₂	22	21
	I ₃	22	22
	I ₄	21	22
	I ₅	22	21
000		19	22

Çizelge 4.14. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama protein oranı değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011	
		KO	F değeri	KO	F değeri
Tekerrür	1	0,042	1,000ns	0,010	0,020ns
Yön	1	0,042	1,000ns	0,510	1,000ns
Hata 1	1	0,042		0,510	
Sulama konusu (SK)	3	243,625	3508,200**	46,927	314,302**
Yön*SK	3	0,292	4,200ns	0,510	3,419ns
Hata 2	6	0,069		0,149	
Sulama düzeyi (SD)	5	43,925	100,400**	2,535	4,394**
Yön*SD	5	0,292	0,667ns	0,835	1,448ns
SK*SD	15	10,875	24,857**	2,269	3,931**
Yön*SK*SD	15	0,708	1,619ns	0,235	0,408ns
Hata	40	0,437		0,577	
Genel	95	12,049		2,334	

Çizelge 4.15. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama protein içeriklerine ilişkin Duncan grupları

	Yönler					
	Kuzey			Güney		
2009/2010	22,33			22,29		
	Sulama konuları					
	III	I00	OIO	OOI		
	22,17 b	19,29 d	26,75 a	21,04 c		
2010/2011	Sulama düzeyleri					
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
	23,44 a	23,06 ab	22,56 b	22,63 b	23,19 ab	19,00 c
	S _x : 0,437					
2010/2011	Yönler					
	Kuzey			Güney		
	22,63			22,48		
	Sulama konuları					
III	I00	OIO	OOI			
23,00 b	21,38 c	24,33 a	21,50 c			
2010/2011	Sulama düzeyleri					
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
	22,69	22,63	22,75	22,81	22,69	21,75
	S _x : 0,577					

Varyans analiz çizelgesinde izlendiği gibi ilk iki yetiştiricilik döneminde SK*SD interaksiyonu $p < 0,05$ düzeyinde önemli olurken, denemenin son yetiştiricilik döneminde ise yalnız sulama düzeyleri $p < 0,05$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Grupların dağılımını görebilmek için yapılan Duncan testine (Çizelge 4.18) ve interaksiyon Duncan sonuçlarına (Ek Çizelge 19) göre 2010 yılında sulama konuları, 2012 yılında ise sulama düzeyleri değişik gruplarda dağılım göstermiştir. İnteraksiyon sonuçları değerlendirildiğinde, denemenin ilk yılında olgunlaşma döneminde sulama yapılan 00I konusunun I_1 , I_2 ve I_3 sulama düzeyleri ilk grubu oluşturmuştur. Ancak özellikle ikinci yıl grup sıralamasında konular arasındaki değişim çok istikrarlı olmamıştır. Bu durum ortalamalar arasında istatistiksel açıdan farklılık görülse de, konu ortalamalarının birbirine yakın oluşundan kaynaklandığı şeklinde değerlendirilebilir. İstanbulluoğlu ve ark. (2010) ve Shabani ve ark. (2013) tarafından yürütülen araştırmalarda benzer biçimde, tam sulanan ve kısıtlı su uygulaması yapılan tüm deneme konuları yağ oranı bakımından aynı Duncan grubunu oluşturmuştur.

Çizelge 4.16. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama yağ oranı değerleri (%)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl		
		2009/2010	2010/2011	2011/2012
III	I_1	38	38	39
	I_2	38	37	37
	I_3	37	38	38
	I_4	36	39	38
	I_5	37	38	38
I00	I_1	37	38	-
	I_2	38	38	-
	I_3	38	38	-
	I_4	39	38	-
	I_5	38	38	-
0I0	I_1	40	39	38
	I_2	39	38	37
	I_3	39	39	37
	I_4	39	37	38
	I_5	39	38	38
00I	I_1	42	38	38
	I_2	41	38	38
	I_3	41	38	39
	I_4	39	38	39
	I_5	39	39	39
000		38	39	38

Çizelge 4.17. Araştırma yıllarında deneme konularından elde edilen tohumların ortalama yağ oranı değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011		SD	2011/2012	
		KO	F değeri	KO	F değeri		KO	F değeri
Tekerrür	1	5,510	21,160ns	0,167	0,250ns	1	0,125	0,360ns
Yön	1	0,010	0,040ns	0,167	0,250ns	1	0,014	0,040ns
Hata 1	1	0,260		0,667		1	0,347	
Sulama konusu (SK)	3	26,594	22,329**	0,861	2,583ns	2	2,056	18,500**
Yön*SK	3	6,177	5,187*	0,194	0,583ns	2	0,056	0,500ns
Hata 2	6	1,191		0,333		4	0,111	
Sulama düzeyi (SD)	5	2,519	5,730**	3,525	8,214**	5	1,114	2,015ns
Yön*SD	5	0,635	1,445ns	0,592	1,379ns	5	0,181	0,327ns
SK*SD	15	3,752	8,536**	1,286	2,997**	10	0,856	1,548ns
Yön*SK*SD	15	0,502	1,142ns	0,886	2,065*	10	0,422	0,764ns
Hata	40	0,440		0,429		30	0,553	
Genel	95	2,194		0,805		71	0,577	

Çizelge 4.18. Araştırma yıllarında deneme konularında belirlenen ortalama yağ oranlarına ilişkin Duncan grupları

	Yönler					
	Kuzey 38,77			Güney 38,79		
2009/2010	Sulama konuları					
	III 37,63 c	I00 38,33 b	O10 39,08 ab	00I 40,08 a		
	Sulama düzeyleri					
	I ₁ 39,19 a	I ₂ 39,00 a	I ₃ 38,94 ab	I ₄ 38,25 c	I ₅ 38,31 bc	I ₆ 39,00 a
S _x : 0,44						
2010/2011	Yönler					
	Kuzey 38,08			Güney 38,17		
	Sulama konuları					
	III 37,88	I00 38,08	O10 38,25	00I 38,29		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 37,94 b	I ₂ 37,75 b	I ₃ 38,06 b	I ₄ 37,75 b	I ₅ 38,25 ab	I ₆ 39,00 a	
S _x : 0,43						
2011/2012	Yönler					
	Kuzey 37,97			Güney 38,00		
	Sulama konuları					
	III 37,96 ab	I00 -	O10 37,71 b	00I 38,29 a		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 38,00	I ₂ 37,42	I ₃ 38,08	I ₄ 38,08	I ₅ 38,33	I ₆ 38,00	
S _x :						

4.4.6. Yağ asitleri

4.4.6.1. Oleik asit miktarı

Kolza tohumunda bulunan yağ asitlerinin en önemlilerinden biri olan oleik asitin sulama konularına göre elde edilen değerleri Ek Çizelge 13' de, ortalama değerler Çizelge 4.19' da verilmiştir. Çizelgelerden görüldüğü gibi oleik asit değerleri %61-64 arasında oldukça yüksek yüzdelerde gerçekleşmiştir. Dünya' da ve ülkemizde yürütülen çalışmalarda, sulu koşullar altında yetiştiriciliği yapılan kolzada yağ asitleri kompozisyonu belirlenmemiştir. Kanada Kanola Yetiştiricileri Birliği tarafından yapılan açıklamada (Anonim 2010) kolzada omega-9 serisi yağ asidi olarak bilinen oleik asit miktarı %60-65 olarak açıklanmıştır. Araştırma yıllarında elde edilen oleik asit değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir. Denemede 2009/2010 ve 2010/2011 yıllarında sulama konuları arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemli bulunurken, sulama düzeyleri arasındaki farklılık her üç yılda %1 düzeyinde önemlilik göstermiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarının görüldüğü Çizelge 4.21 ve Ek Çizelge 20' ye göre sulama konuları ve sulama düzeyleri farklı gruplar oluşturmuştur. Her üç yılda da genel olarak çiçeklenme ve olgunlaşma dönemlerinde sulama yapılan konularda maksimum değerler izlenmiştir. Diğer verim parametreleriyle benzer şekilde, anılan dönemlerde yapılacak sulamaların verim parametrelerini olumlu etkilediği görülmektedir. Ancak sulama düzeylerine ilişkin grupların yıllar bazında değişimi sabit değildir.

4.4.6.2. Linoleik asit miktarı

Araştırma yıllarında farklı sulama konusu ve su düzeylerini içeren deneme parsellerinden alınan tohumdan elde edilen yağlarda yapılan analizlerde belirlenen linoleik asit miktarları Ek Çizelge 14, ortalama değerleri Çizelge 4.22' de verilmiştir. Linoleik asit değerleri her üç yılda da % 21-22 arasında değişiklik göstermiştir. Deneme konularına göre ortaya çıkan farklılığın düzeyinin belirlenmesi için gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23' da, farklılık gösteren konuların gruplandırılmasında yararlanılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; sulama konularının yağda elde edilen linoleik asit içeriğine etkisi yalnız 2009/2010 yılında istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama düzeylerinin linoleik asit içeriğine etkisi her üç yılda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Çizelge 4.19. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama oleik asit içerikleri (%)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl		
		2009/2010	2010/2011	2011/2012
III	I ₁	62	61	64
	I ₂	62	61	64
	I ₃	62	61	64
	I ₄	61	61	63
	I ₅	62	62	64
I00	I ₁	63	61	-
	I ₂	63	61	-
	I ₃	63	61	-
	I ₄	61	61	-
	I ₅	63	61	-
0I0	I ₁	64	61	64
	I ₂	63	62	63
	I ₃	64	61	64
	I ₄	64	61	63
	I ₅	63	62	63
00I	I ₁	63	61	63
	I ₂	63	61	64
	I ₃	63	63	63
	I ₄	63	62	63
	I ₅	63	63	63
000		62	62	63

Çizelge 4.20. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama oleik asit içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011		SD	2011/2012	
		KO	F değeri	KO	F değeri		KO	F değeri
Tekerrür	1	0,010	0,020ns	1,042	6,250ns	1	0,125	9,000ns
Yön	1	0,094	0,184ns	0,375	2,250ns	1	0,125	9,000ns
Hata 1	1	0,510		0,167		1	0,014	
Sulama konusu (SK)	3	9,094	8,108*	4,194	6,637*	2	2,722	4,455ns
Yön*SK	3	0,038	0,034ns	0,736	1,165ns	2	0,167	0,273ns
Hata 2	6	1,122		0,632		4	0,611	
Sulama düzeyi (SD)	5	2,119	11,690**	1,967	5,619**	5	2,047	5,626**
Yön*SD	5	0,019	0,103ns	1,475	4,214**	5	0,292	0,802ns
SK*SD	15	1,519	8,379**	0,561	1,603ns	10	0,772	2,122*
Yön*SK*SD	15	0,030	0,165ns	0,803	2,294**	10	0,083	0,229ns
Hata	40	0,181		0,350		30	0,364	
Genel	95	0,799		0,756		71	0,558	

Çizelge 4.21. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama oleik asit içeriklerine ilişkin Duncan grupları

2009/2010	Yönler					
	Kuzey 62,50			Güney 62,56		
	Sulama konuları					
	III 61,75 b	I00 62,50 ab	O10 63,25 a	00I 62,63 a		
	Sulama düzeyleri					
I ₁ 62,75 a	I ₂ 62,75 a	I ₃ 62,94 a	I ₄ 62,19 bc	I ₅ 62,56 ab	I ₆ 62,00 c	
S _x : 0,22						
2010/2011	Yönler					
	Kuzey 61,48			Güney 61,60		
	Sulama konuları					
	III 61,33 b	I00 61,17 b	O10 61,54 ab	00I 62,13 a		
	Sulama düzeyleri					
I ₁ 61,13c	I ₂ 61,25c	I ₃ 61,63ab	I ₄ 61,38c	I ₅ 61,88 ab	I ₆ 62,00 a	
S _x : 0,29						
2011/2012	Yönler					
	Kuzey 63,47			Güney 63,39		
	Sulama konuları					
	III 63,79	I00 -	O10 63,38	00I 63,13		
	Sulama düzeyleri					
I ₁ 63,58 ab	I ₂ 63,42 abc	I ₃ 64,00 a	I ₄ 62,92 c	I ₅ 63,67 ab	I ₆ 63,00 bc	
S _x : 0,30						

Bu sonuçlara bağlı olarak gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre, ilk yıl sulama konularının linoleik asit içeriklerine etkisi bakımından çiçeklenme periyodunda su uygulanan O10 konusu ilk grubu diğerleri geçiş gruplarını oluşturmuşlardır. Sulama düzeylerinin linoleik asit içeriklerine etkisi üzerine elde edilen duncan grupları incelendiğinde ise son iki yıl susuz konu ilk grubu oluştururken, ilk yıl I₁ sulama düzeyi ilk grubu oluşturmuştur. Ancak bu durum, değerlerinde birbirine çok yakın olması nedeniyle istikrarlı gözükmemektedir.

Çizelge 4.22. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama linoleik asit içerikleri (%)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl		
		2009/2010	2010/2011	2011/2012
III	I ₁	21	21	22
	I ₂	21	21	22
	I ₃	21	22	21
	I ₄	21	22	22
	I ₅	22	22	21
I00	I ₁	21	22	-
	I ₂	21	21	-
	I ₃	21	21	-
	I ₄	21	21	-
	I ₅	21	22	-
0I0	I ₁	21	21	21
	I ₂	22	22	21
	I ₃	22	21	22
	I ₄	22	21	22
	I ₅	22	22	21
00I	I ₁	22	21	22
	I ₂	21	21	21
	I ₃	22	21	22
	I ₄	21	21	22
	I ₅	22	21	22
000		22	22	22

Çizelge 4.23. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama linoleik asit içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011		SD	2011/2012	
		KO	F değeri	KO	F değeri		KO	F değeri
Tekerrür	1	0,667	1,778ns	0,010	0,111ns	1	0,347	25,000ns
Yön	1	1,042	2,778ns	0,260	2,778ns	1	1,125	81,000ns
Hata 1	1	0,375		0,094		1	0,014	
Sulama konusu (SK)	3	3,444	7,043*	0,205	0,154ns	2	1,014	4,563ns
Yön*SK	3	0,042	0,090ns	1,288	0,969ns	2	2,042	6,233ns
Hata 2	6	0,465		1,330		4	0,222	
Sulama düzeyi (SD)	5	0,625	2,459*	1,135	3,385*	5	0,781	2,532*
Yön*SD	5	0,317	1,246ns	0,135	0,404ns	5	0,092	0,297ns
SK*SD	15	0,336	1,322ns	0,197	0,586ns	10	0,197	0,640ns
Yön*SK*SD	15	0,317	1,246ns	0,297	0,884ns	10	0,558	1,811ns
Hata	40	0,254		0,335		30	0,308	
Genel	95	0,421		0,421		71	0,418	

Çizelge 4.24. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama linoleik asit içeriklerine ilişkin Duncan grupları

2009/2010	Yönler					
	Kuzey 21,42			Güney 21,58		
	Sulama konuları					
	III 21,42ab	I00 21,83b	OIO 22,00a	OOI 21,50ab		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 21,75a	I ₂ 21,31ab	I ₃ 21,25b	I ₄ 21,62ab	I ₅ 21,44ab	I ₆ 21,62ab	
S _x : 0,17 HKO 0,254						
2010/2011	Yönler					
	Kuzey 21,48			Güney 21,50		
	Sulama konuları					
	III 21,63	I00 21,41	OIO 21,46	OOI 21,46		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 21,31b	I ₂ 21,25b	I ₃ 21,44ab	I ₄ 21,44ab	I ₅ 21,50ab	I ₆ 22,00a	
S _x : 0,19 HKO 0,335						
2011/2012	Yönler					
	Kuzey 21,75			Kuzey 21,61		
	Sulama konuları					
	III 21,58	I00 -	OIO 21,54	OOI 21,92		
Sulama düzeyleri						
I ₁ 21,42ab	I ₂ 21,33b	I ₃ 21,75ab	I ₄ 21,83ab	I ₅ 21,75ab	I ₆ 22,00a	
S _x : 0,19 HKO 0,308						

4.4.6.3. Erusik asit miktarı

Araştırma yıllarında farklı sulama konusu ve su düzeylerini içeren deneme parsellerinden alınan tohumdan elde edilen yağlarda yapılan analizlerde belirlenen erusik asit miktarları Ek Çizelge 15, ortalama değerleri Çizelge 4.25' de verilmiştir. Erusik asit değerleri her üç yılda da % 0,1-0,5 arasında değişiklik göstermiştir. Erusik asit tohumda olması gereken önemli bir kontrol parametresidir. Yüksek oranları insan sağlığına zararlı etkiler yapabilmektedir ve bu yüzden uluslar arası standartlarda %3 değerinden daha yüksek olmaması gerektiği belirtilmektedir. Çizelgelerden görüldüğü gibi değerler minimum düzeyde gerçekleşmiştir.

Deneme konuları arasında erusik asit miktarları açısından farklılıkların önemli olup olmadığını araştırmak üzere varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.26). Varyans analizi ile interaksiyon sonuçları (Ek Çizelge 21) incelendiğinde vejetatif dönemde sulama yapılan (I00)

konuda en yüksek erusik asit ortalamaları elde edilmiş, ilk grupta yer almış, ortalamalar arasında sadece 2009/2010 yetiştiricilik döneminde çok küçük farklılıklar meydana gelmiş, diğer yıllarda herhangi bir değişiklik belirlenmemiştir.

Çizelge 4.25. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama erusik asit içerikleri (%)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Yıl		
		2009/2010	2010/2011	2011/2012
III	I ₁	0,2	0,0	0,1
	I ₂	0,1	0,0	0,1
	I ₃	0,2	0,0	0,1
	I ₄	0,3	0,0	0,1
	I ₅	0,2	0,1	0,1
I00	I ₁	0,2	0,1	-
	I ₂	0,5	0,0	-
	I ₃	0,5	0,1	-
	I ₄	0,1	0,0	-
	I ₅	0,2	0,3	-
O10	I ₁	0,1	0,1	0,1
	I ₂	0,0	0,0	0,1
	I ₃	0,1	0,1	0,1
	I ₄	0,0	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,1	0,1
00I	I ₁	0,1	0,1	0,1
	I ₂	0,1	0,1	0,1
	I ₃	0,1	0,1	0,1
	I ₄	0,1	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,1	0,1
000		0,1	0,1	0,1

Çizelge 4.26. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama erusik asit içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	2009/2010		2010/2011		SD	2011/2012	
		KO	F değeri	KO	F değeri		KO	F değeri
Tekerrür	1	0,008	5,198ns	0,000	1,000ns	1	0,001	0,800ns
Yön	1	0,001	0,399ns	0,000	0,875ns	1	0,001	0,973ns
Hata 1	1	0,002		0,000		1	0,001	
Sulama konusu (SK)	3	0,201	14,810**	0,000	0,343ns	2	0,001	0,268ns
Yön*SK	3	0,001	0,077ns	0,000	0,343ns	2	0,000	0,026ns
Hata 2	6	0,014		0,001		4	0,002	
Sulama düzeyi (SD)	5	0,054	10,136**	0,000	0,307ns	5	0,001	1,084ns
Yön*SD	5	0,001	0,120ns	0,000	0,307ns	5	0,000	0,421ns
SK*SD	15	0,056	10,621**	0,000	0,231ns	10	0,000	0,404ns
Yön*SK*SD	15	0,000	0,070ns	0,000	0,231ns	10	0,001	1,035ns
Hata	40	0,005		0,000		30	0,001	
Genel	95	0,023		0,000		71	0,001	

Çizelge 4.27. Araştırma yıllarında deneme konularında tohumdan elde edilen yağların ortalama erusik asit içeriklerine ilişkin Duncan grupları

	Yönler					
	Kuzey			Güney		
2009/2010	0,17					
	Sulama konuları					
	III	I00	OIO	OOI		
	0,15 b	0,30 a	0,10 b	0,10 b		
Sulama düzeyleri						
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
	0,16 b	0,25 a	0,24 a	0,14 b	0,14 b	0,14 b
S _x : 0,04						

4.5. Sulama Suyu Kullanım Randımanı ve Su Kullanım Randımanına İlişkin Sonuçlar

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, hesaplanan bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen birim alan verimlerinin, eşitlik 3.5 ve 3.6' da yerine konulması ile hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı sonuçları Çizelge 4.28' da verilmiştir. Ayrıca 2010, 2011 ve 2012 yıllarında randıman değerleri arasındaki farkların açıkça izlenebilmesi için, her bir deneme konusuna ait sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri sırasıyla Şekil 4.5 ve 4.6' da grafiklenmiştir. Araştırmanın 2011 yılında, I00 ve OIO konularında, uygulanan sulama suyunun daha az olduğu I₃, I₄ ve I₅ sulama düzeylerinde elde edilen verimlerin, susuz konuda elde edilen verimden daha düşük olması nedeniyle IWUE değerleri negatif olmuş ve değerlendirmeye alınmamıştır. Çizelge ve grafikler değerlendirildiğinde, araştırmanın ilk iki yılında WUE değerlerinin konulara göre ortalamaları yaklaşık 0,51 kg m⁻³ olurken, son yıl 0,70 kg m⁻³ e yükselmiştir. 2012 yılında gerçekleşen yüksek WUE değerlerinin nedeni toplam bitki su tüketimlerinin (ET) diğer yıllara kıyasla daha az olması ve verim değerlerinin göreceli olarak diğer yıllara yakın olmasıdır. IWUE değerleri ise özellikle ilk iki yılın yağışlı yıl olması, susuz konudan da göreceli yüksek verim alınması bakımından, uygulanan sulama suyunun azalmasına paralel olarak artış göstermiştir.

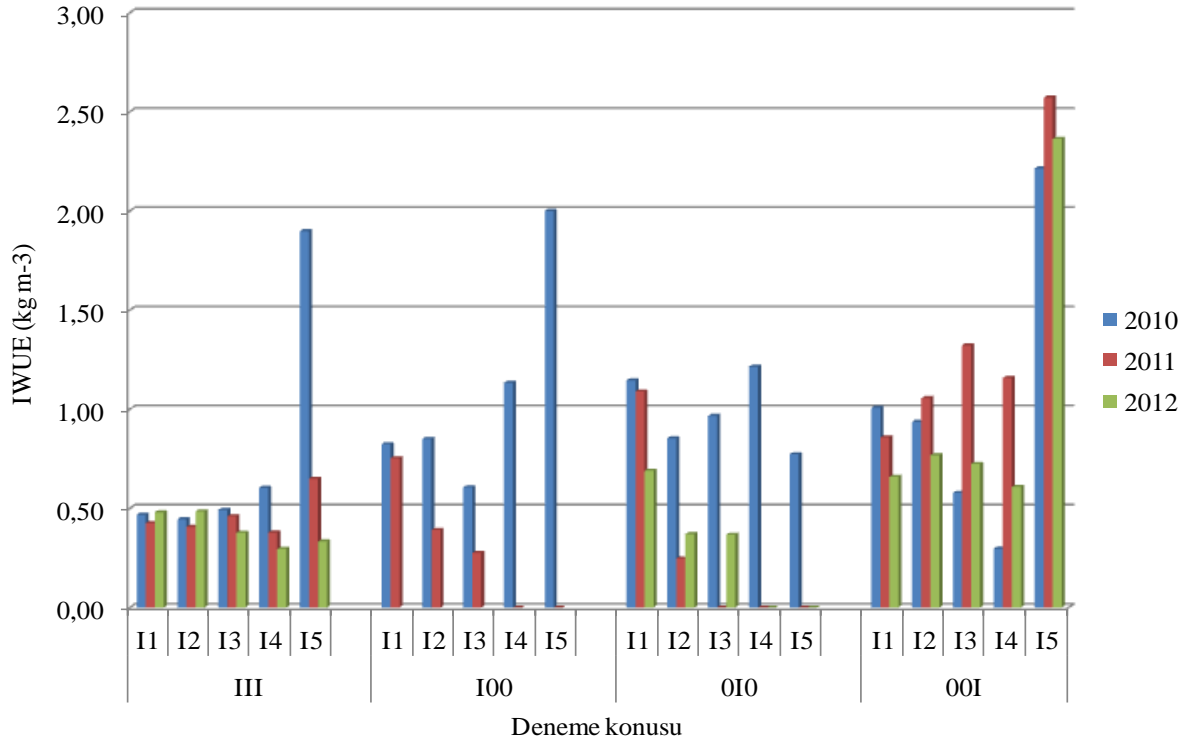
IWUE değerleri, tam sulanan III konusunda 2010 yılında ortalama 0,78 kg m⁻³, 2011 yılında 0,47 kg m⁻³, 2012 yılında 0,39 kg m⁻³ iken; diğer konularda ilk yıl ortalama 1,00 kg m⁻³ civarında değişmiş, ikinci yıl maksimum 1,40 kg m⁻³, son yıl 1,02 kg m⁻³ e kadar çıkmıştır. IWUE değerlerinin yıllara göre ortalaması alındığında ise tam su alan (III) konuda

0,55 kg m⁻³, I00 konusunda 0,78 kg m⁻³, OI0 konusunda 0,68 kg m⁻³, 00I konusunda 1,14 kg m⁻³ bulunmuştur.

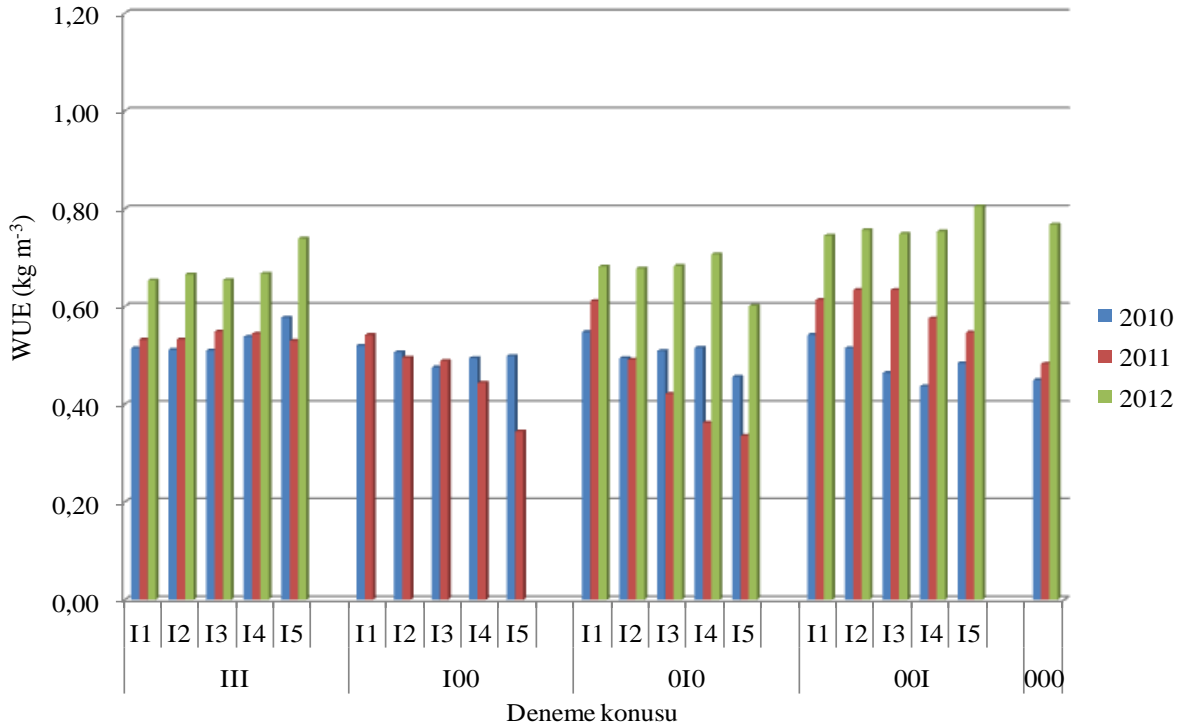
Kolza bitkisinde Buttar ve ark. (2006) tarafından yürütülen araştırmada, WUE değerleri 0,14 kg m⁻³ ile 0,31 kg m⁻³ arasında değişirken, İstanbulluoğlu ve ark. (2010) tarafından bölgede yürütülen bir diğer araştırmada WUE değerleri 0,62 kg m⁻³ ile 0,77 kg m⁻³, IWUE değerleri 1,91 kg m⁻³ ile 7,16 kg m⁻³ olarak değişmiştir. Bu konuda yürütülmüş benzer çalışmalarda kolza bitkisi için WUE değerleri 0,10-0,94 kg m⁻³ arasında değişirken, IWUE değerleri 1,48-4,13 kg m⁻³ arasında değişim göstermiştir (Banuelos ve ark. 2002, Kar ve ark. 2007, Sinaki ve ark. 2007, Doğan ve ark. 2011).

Çizelge 4.28. Araştırma yıllarında deneme konularında elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri (kg m⁻³)

Deneme konuları		2009/2010		2010/2011		2011/2012	
		IWUE	WUE	IWUE	WUE	IWUE	WUE
III	I ₁	0,47	0,51	0,43	0,53	0,48	0,65
	I ₂	0,44	0,51	0,41	0,53	0,48	0,67
	I ₃	0,49	0,51	0,46	0,55	0,38	0,65
	I ₄	0,60	0,54	0,38	0,54	0,30	0,67
	I ₅	1,90	0,58	0,65	0,53	0,33	0,74
I00	I ₁	0,82	0,52	0,75	0,54	-	-
	I ₂	0,85	0,51	0,39	0,50	-	-
	I ₃	0,61	0,48	0,28	0,49	-	-
	I ₄	1,13	0,49	-	0,44	-	-
	I ₅	2,00	0,50	-	0,34	-	-
OI0	I ₁	1,15	0,55	1,09	0,61	0,69	0,68
	I ₂	0,85	0,49	0,25	0,49	0,37	0,68
	I ₃	0,97	0,51	-	0,42	0,37	0,68
	I ₄	1,21	0,52	-	0,36	0,00	0,71
	I ₅	0,77	0,46	-	0,34	-	0,60
00I	I ₁	1,01	0,54	0,86	0,61	0,66	0,74
	I ₂	0,94	0,51	1,06	0,63	0,77	0,76
	I ₃	0,58	0,46	1,32	0,63	0,72	0,75
	I ₄	0,30	0,44	1,16	0,58	0,61	0,75
	I ₅	2,21	0,48	2,57	0,55	2,36	0,80
000			0,45		0,48		0,77



Şekil 4.5. Araştırma yıllarında deneme konularında elde edilen sulama suyu kullanım randımanı değişimi



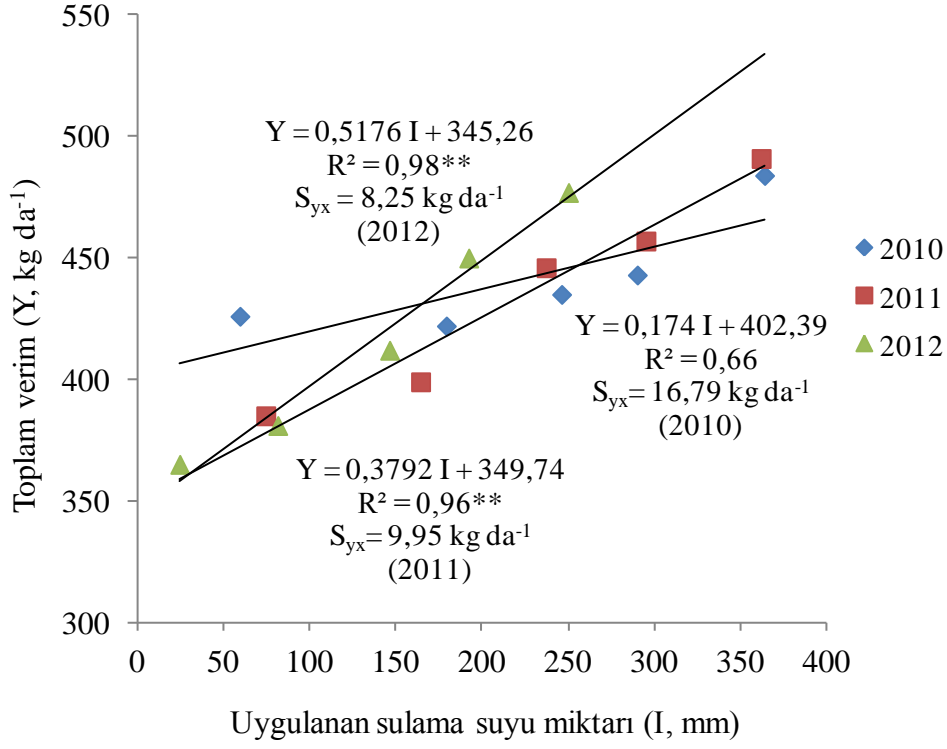
Şekil 4.6. Araştırma yıllarında deneme konularında elde edilen su kullanım randımanı değişimi

4.6. Su – Üretim Fonksiyonları ve Verim İlişkileri

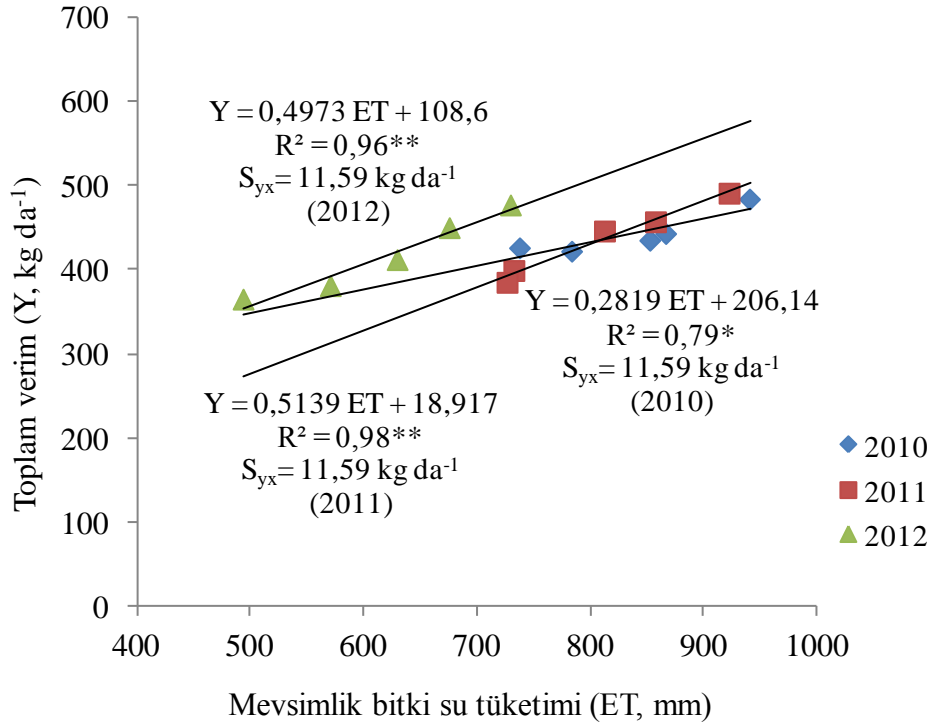
Araştırmada her bir sulama konusu ve sulama düzeyi için elde edilen verim, su tüketimi ve uygulanan sulama suyu değerleri ile hazırlanan su – üretim fonksiyonu grafikleri Şekil 4.7’ de verilmiştir. Şekillerden izleneceği gibi, denemenin yürütüldüğü birinci yılda, kolza bitkisine toplam büyüme mevsimi boyunca uygulanan sulama suyu miktarları ile elde edilen toplam verimler arasında istatistiksel açıdan önemsiz bir ilişki görülse de, denemenin ikinci ve son yılında $p < 0,01$ düzeyinde önemli doğrusal ilişkiler bulunmuştur. Benzer değerlendirme aynı deneme konuları için toplam büyüme mevsimi boyunca ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi ile toplam verim arasında yapıldığında, 2010 yılında istatistiksel açıdan %5 düzeyinde, 2011 ve 2012 yıllarında ise istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli doğrusal ilişkiler saptanmıştır. Denemenin yürütüldüğü her üç yılda da, sulama suyundaki artış ile bitki su tüketimleri ve verimlerde önemli düzeyde artış olmuştur. Araştırmanın 2010, 2011 ve 2012 yıllarında tam sulanan konuda ve I₁ sulama düzeyinde, sulama suyu uygulanmayan (000) konuya göre sırasıyla %54, 46 ve %34 daha fazla verim elde edilmiştir. Su tüketimi ve verim arasında belirlenen doğrusal ilişki kolza bitkisi için benzer çalışmaların birçoğunda açıklanmıştır (Banuelos ve ark. 2002, Bilibio ve ark. 2011, Doğan ve ark. 2011, Shabani ve ark. 2013)

Doorenbos ve Kassam (1979)’ da açıklanan ve Bölüm 3.2.8’ de verilen, mevsimlik verim tepki etmenini belirleyebilmek için gerekli oransal bitki su tüketimi açığı ve oransal verim azalması değerleri Çizelge 4.29’ da, bu değerlere göre hazırlanan mevsimlik su verim ilişkisi grafiği Şekil 4.8’ de verilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi, kolza bitkisinin verim tepki etmeni (k_y), denemenin ilk yılında 0,91, ikinci yılda 0,92, üçüncü yıl için 1,30 ve her üç yıl birlikte değerlendirildiğinde (k_y) 1,04 olarak bulunmuştur. Tekirdağ koşullarında İstanbulluoğlu ve ark. (2010), tava sulama yöntemi için mevsimlik k_y değerini 0,87 elde etmiştir. Bu sonuçlara göre, Doorenbos ve Kassam (1979)’ da teorisi açıklandığı üzere, tüm büyüme mevsimi boyunca yapılacak su kısıdının ya da bir başka ifade ile susuz koşullarda yapılacak kolza tarımının sulu koşullara göre verim kaybı ile karşılaşacağı açıktır.

Söz konusu grafiğe göre, toplam büyüme mevsimi boyunca % 25’ lik oransal su tüketimi açığı yaratıldığında yaklaşık %26, % 50’ lik oransal su tüketimi açığı yaratıldığında % 53 verim azalması olabileceği söylenebilir.



a)

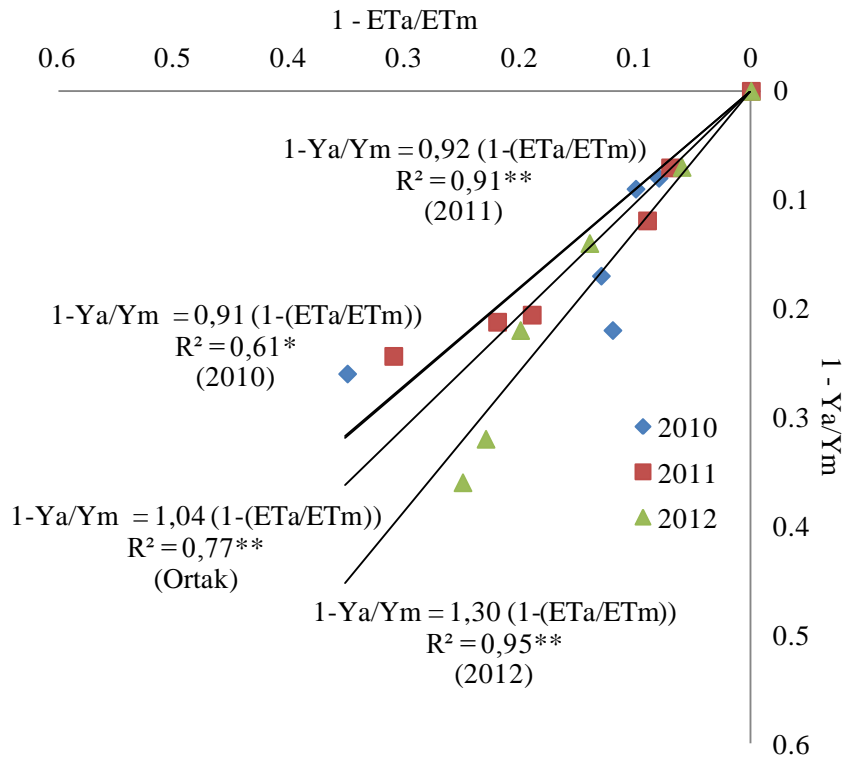


b)

Şekil 4.7. Araştırma yıllarında mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen toplam verim

Çizelge 4.29. Kolza bitkisinin büyüme mevsimi boyunca oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri

Yıl	Deneme konuları	Y_m (kg da ⁻¹)	Y_a (kg da ⁻¹)	ET_m (mm)	ET_a (mm)	$1 - \left(\frac{Y_a}{Y_m}\right)$	$1 - \left(\frac{ET_a}{ET_m}\right)$	
2010	III	I ₁	484	941				
		I ₂		443		867	0,08	0,08
		I ₃		435		853	0,10	0,09
		I ₄		422		784	0,13	0,17
		I ₅		426		738	0,12	0,22
		Susuz		314		699	0,35	0,26
2011	III	I ₁	491	923				
		I ₂		457		858	0,07	0,07
		I ₃		446		813	0,09	0,12
		I ₄		399		733	0,19	0,21
		I ₅		385		727	0,22	0,21
		Susuz		337		698	0,31	0,24
2012	III	I ₁	477	730				
		I ₂		450		676	0,06	0,07
		I ₃		412		630	0,14	0,14
		I ₄		381		571	0,20	0,22
		I ₅		365		494	0,23	0,32
		Susuz		357		465	0,25	0,36



Şekil 4.8. Oransal bitki su tüketimi azalmasına karşı oransal verim azalışı ilişkisi ve verim tepki etmeni (k_y)

4.7. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)

Araştırmada bitki su stresi indeksi değerlerinin eldesinde gerekli alt ve üst sınır denklemlerinin belirlenmesinde sırasıyla mevsim boyunca sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı (III-I₁ konusu) diğer bir deyişle tam sulama koşullarında sulandığı varsayılan konu ile sulama suyu uygulaması yapılmayan (000) konu dikkate alınmıştır. Kolza bitkisi için en yüksek ve en düşük su stresi koşullarında elde edilen üst ve alt sınır değerlerini gösteren 2011 yılında elde edilen temel ilişki Şekil 4.9’ da verilmiştir.

Şekilden izlenebileceği gibi kolza bitkisi için Tekirdağ koşullarında üst sınır değeri grafikte 2,0 °C civarında değişmiş olup, stres düzeyinin en düşük olduğu düşünülen ve en fazla sulama suyu uygulanan III-I₁ konusunda alt sınır denklemi “ $T_c - T_a = -3,1375 \text{ VPD} + 1,8434$ ” olarak elde edilmiştir. Denklemi ifade eden belirtme katsayısının (R^2), %1 düzeyinde önemli olması ve standart sapmasının küçük olması doğrunun noktaları yüksek doğruluk düzeyi ile ifade ettiğini göstermektedir.

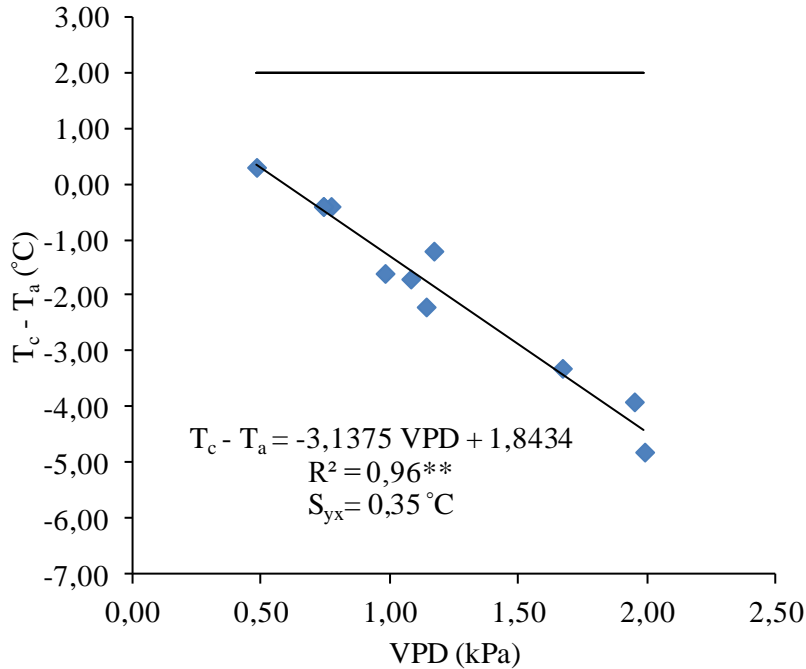
Araştırma konularından alınan infrared termometre ölçümlerinden ve alt-üst sınır değerlerinden yararlanılarak elde edilen CWSI değerlerinin değişimi I₁ deneme konusunun altında kısıt yaratılarak oluşturulan konular (I₂, I₃, I₄, ve I₅) ile birlikte grafiklendirilerek Şekil 4.10’ da verilmiştir. İnfrared termometre (IRT) ölçümleri havanın bulutlu ve yağışlı olması durumunda yapılamamıştır. Bu nedenle, ölçümlerin net yapılabildiği yağışsız günler dikkate alınmıştır. Idso ve ark. (1981) tarafından açıklanan 0 - 1 aralığına tam olarak uymayan CWSI değerleri dikkate alınmamıştır. Idso ve ark. (1981) ve Gardner ve Shock (1989) gibi çok sayıda yayında belirtildiği gibi teorik olarak bitki su stres indeksi değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Alderfasi ve Nielsen (2001)’ de açıklandığı üzere, uygulamada bu aralığın dışına çıkabilen çok sayıda değer elde edilebilmektedir. Bu durumun infrared termometre okumaları sırasında gerçekleşebilecek okuma hatalarından ve denklemlerin eldesinde yararlanılan VPD’ ye ilişkin ölçüm hatalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tüm ölçüm sezonu boyunca ortalama CWSI değerleri I₁ sulama düzeyinde 0,13, I₂ sulama düzeyinde 0,15, I₃ sulama düzeyinde 0,15, I₄ sulama düzeyinde 0,18 ve I₅ sulama düzeyinde 0,19 olarak bulunmuştur. Sulama düzeylerine ilişkin ortalama CWSI değerlerinin birbirine oldukça yakın olması özellikle bu dönemde düşen yağışların ve toprak neminin yeterli oluşuna bağlanabilir. Sulanan deneme konularında CWSI değerleri, toprak neminin en düşük değere ulaştığı sulama öncesinde, en yüksek değere ulaşmış, sulamanın ertesi günü ise en düşük değere düşmüştür. 2011 yılı ölçüm aralığında izlenen tek sulama uygulaması öncesi I₁ sulama düzeyinde CWSI değeri 0,21 olmuştur.

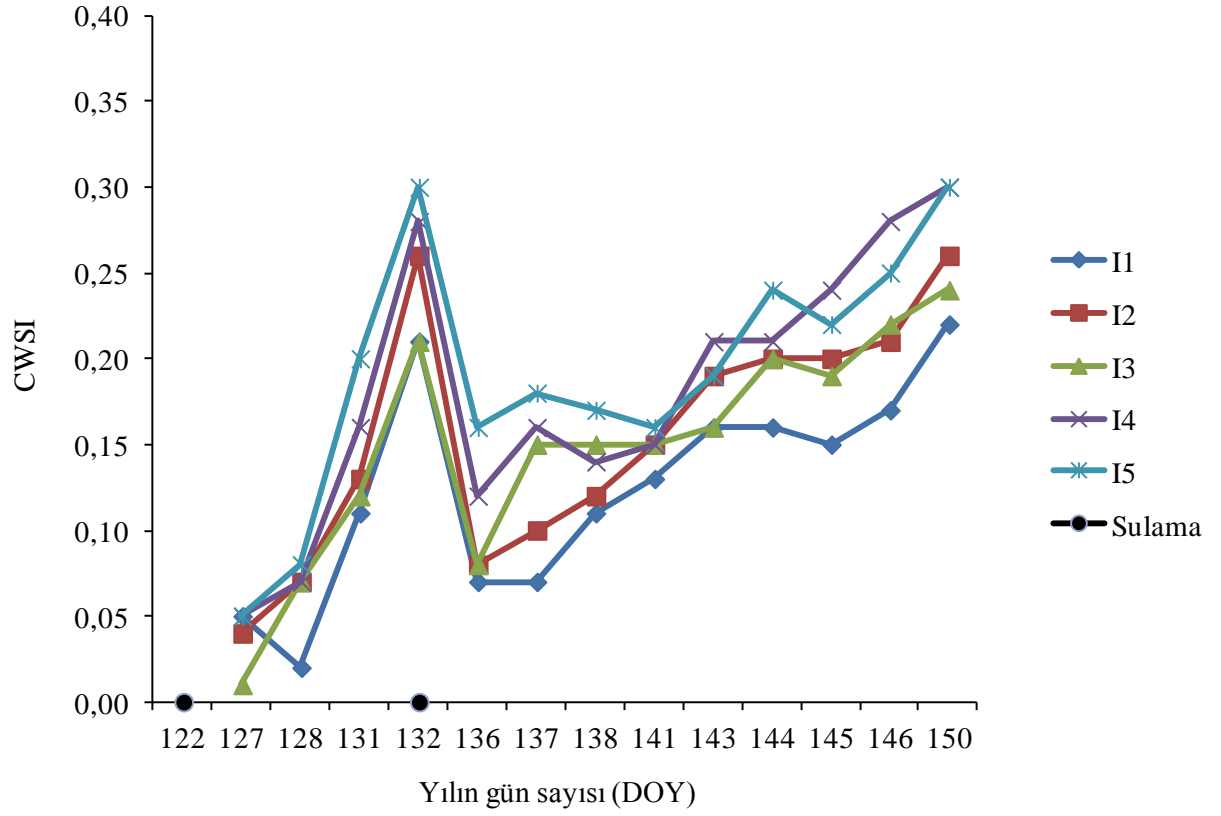
Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, bitkinin kışlık bir bitki olması, kış yağışlarının ve dolayısıyla topraktaki depolanmanın yüksek olmasının, bitkinin tam olarak strese girmesine izin vermediği, dolayısıyla CWSI değerlerinin genellikle düşük seyrettiği söylenebilir.

Anılan değerlere paralellik sağlayacak dünyada ve ülkemiz koşullarında kolzada yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, kışlık bitkilerde yürütülmüş az sayıda çalışmada CWSI değerlerinin düşük seyrettiği söylenebilir (Erdem ve ark. 2010).

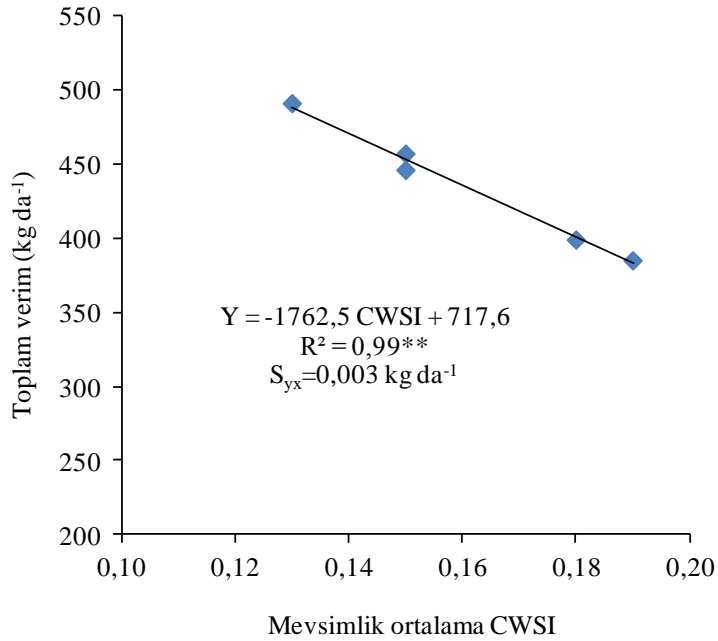
Araştırmanın yürütüldüğü 2011 yılı tane verimi ve CWSI değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 4.11’ de verilmiştir. Elde edilen ilişkilerin istatistiksel açıdan $p < 0,01$ düzeyinde güvenilir olması, standart hata değerlerinin düşük olması bakımından bu denklemlerden yararlanılarak Tekirdağ koşulları için kolzada verim tahmini yapmak olası olabilir ve bu amaçla 2011 yılında elde edilen “ $Y = -1762,5 \text{ CWSI} + 717,6$ ” denklemi kullanılabilir. Ancak sulama zamanı programlamasında önerilen sulamaya başlanacak bitki su stresi indeksi değeri ile verim denkleminin yapılacak diğer araştırmalar ile alternatiflerinin belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.9. Kolza bitkisi için alt ve üst sınır çizgileri: En yüksek ve en düşük stres koşullarında yaprak-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler



Şekil 4.10. Deneme konularına ilişkin CWSI değerleri değişimleri (2011 yılı)



Şekil 4.11. Kolza bitkisi için CWSI – verim ilişkisi

4.8. Maliyet Analizi Sonuçları

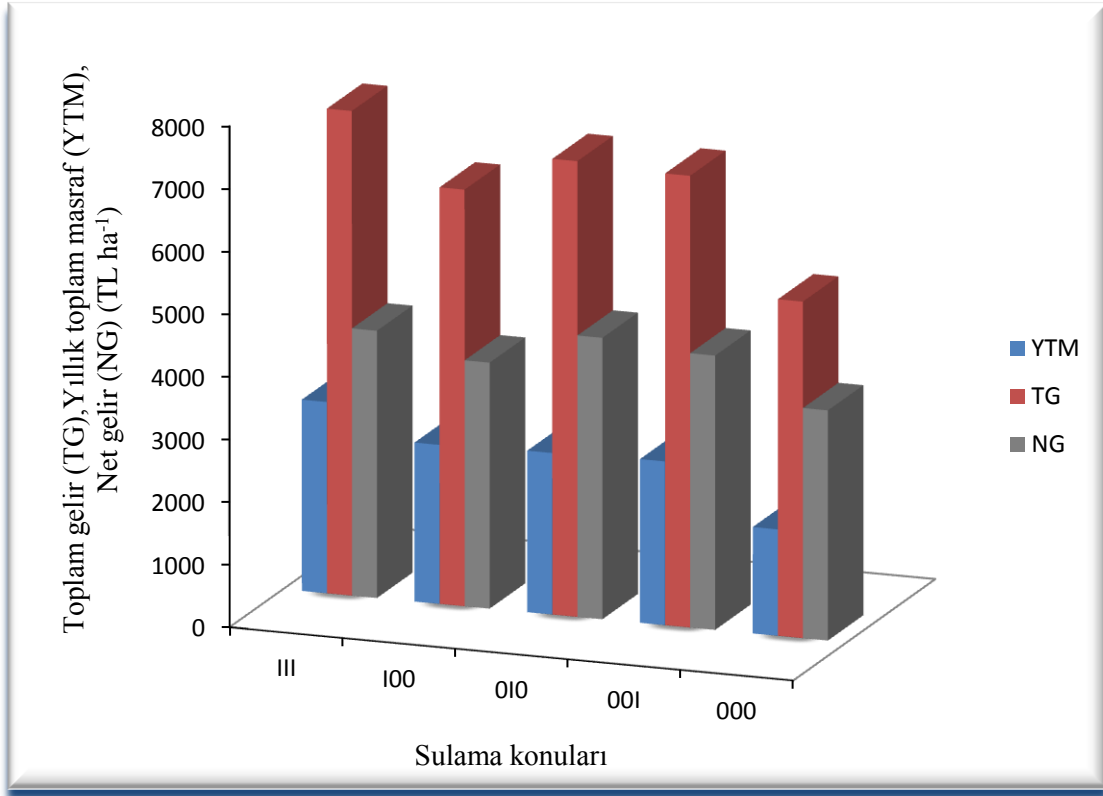
Maliyet analizlerinde 1 ha büyüklüğündeki bir çiftçi arazisi dikkate alınarak, yağmurlama sulama sisteminin tasarımı yapılmıştır. Tüm sistem unsurları boyutlandırılmış, metraj cetveli hazırlanmış ve keşif bedeli belirlenmiştir. Daha sonra deneme koşullarında elde edilen verilerden de yararlanarak her bir sulama yöntemi için, uygulanan sulama suyu miktarı, sulama işçiliği, toplam sulama işçiliği ücreti, su ücreti, toplam su masrafı, bitkisel üretim masrafı, sulama sisteminin ilk yatırım masrafı, yıllık bakım ve onarım masrafı, sulama sisteminin yıllık sabit masrafı, yıllık toplam işletme masrafları, sulamanın yıllık toplam masrafı, toplam gelir ve net gelir sonuçları yağmurlama sulama yöntemi için Çizelge 4.30' da verilmiştir.

Çizelgeden izleneceği gibi sulama sisteminin ilk yatırım masrafı ve buna bağlı olarak yıllık bakım onarım masrafları ve yıllık sabit masraf unsurları sulama konularına, dolayısıyla sulama sayısı ve uygulanan sulama suyu miktarına göre farklılık göstermiştir. Sulama konularına göre elde edilen yıllık toplam masraflar, toplam gelir ve net gelir değişimi Şekil 4.12' de verilmiştir. Şekilden izleneceği gibi, toplam masraflar tam sulanan (III) konuda 3057 TL ha⁻¹ ile en yüksek, sulama suyu uygulanmayan (000) konusunda ise yıllık sulama, sistem ve enerji masraflarının olmamasından dolayı 1700 TL ha⁻¹ ile en düşük olmuştur. Diğer sulama konularında uygulanan su miktarlarındaki azalmaya bağlı olarak düşüş göstermiştir. Toplam gelir yönünden, tüm sulama konularında yakın sonuçlar elde edilmiş, ancak susuz konuda daha düşük gelir elde edilmiştir. Ayrıca, farklı sulama konularından elde edilen net gelirler incelendiğinde, çiçeklenme periyodunda su uygulaması yapılan 010 konusunda bu değer 4496 TL ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak en yüksek olduğu görülmektedir. Bu bakımdan tam su alan ve 3 sulama uygulaması yapılan konuya göre tek sulama gerçekleştirilen 010 konusu ön plana çıkmaktadır ve ilk olarak önerilebilir.

Çizelge 4.30. 1 ha arazi büyüklüğünde çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi ile sulanan kolza bitkisinde farklı sulama konularında elde edilen maliyet unsurları

Sulama konusu	Uyg. sulama suyu miktarı (mm)	Toplam sulama suyu miktarı (m ³ ha ⁻¹)	Sulama işçiliği ücreti (TL h ⁻¹)	Gerekli işgücü miktarı (h ha ⁻¹)	Toplam sulama işçiliği masrafı (TL ha ⁻¹)	Birim su ücreti (TL m ⁻³)	Toplam su ücreti (TL ha ⁻¹)	Bitkisel üretim masrafı (TL ha ⁻¹)	Sulama sistem ilk yatırım masrafı (TL ha ⁻¹)	Sulama sist. yıllık bakım ve onarım masrafı (TL ha ⁻¹)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
III	325	3250	7	16	109	0,2	650	1700	5290	92
I00	104	1040	7	5	35	0,2	208	1700	5290	92
O10	121	1210	7	6	41	0,2	242	1700	5290	92
00I	136	1360	7	6	46	0,2	272	1700	5290	92
000	0	0	0	0	0	0	0	1700	0	0

Sulama konusu	Sulama sis. yıllık sabit masrafı (TL yıl ⁻¹)	Yıllık enerji masrafı (TL ha ⁻¹)	Yıllık sulama masrafları (TL ha ⁻¹)	Yıllık toplam işletme masrafları (TL ha ⁻¹)	Yıllık toplam masraflar (TL ha ⁻¹)	Verim (t ha ⁻¹)	Kolza pazar fiyatı (TL t ⁻¹)	Toplam gelir (TL ha ⁻¹ yıl ⁻¹)	Net gelir (TL da ⁻¹ yıl ⁻¹)	
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
III	582	341	1357	2551	3057	4,84	1600	7744	4270	427
I00	582	109	841	2035	2541	4,16	1600	6656	3930	393
O10	582	127	881	2075	2581	4,55	1600	7280	4496	450
00I	582	143	916	2110	2616	4,51	1600	7216	4382	438
000	0	0	0	1700	1700	3,36	1600	5376	3676	368



Şekil 4.12. Yağmurlama yöntemiyle farklı düzeylerde sulanan kolza bitkisi yetiştiriciliğinde toplam masraf, toplam gelir ve net gelirin sulama konularına göre değişimi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Özellikle yağış miktarı ve dağılımının yetersiz olduğu yıllarda destekleme sulamanın bölgede, çiftçinin ekonomik gücü dikate alındığında, kolaylıkla uygulanabileceği açıktır. Çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi ile farklı su uygulamaları altında yetiştirilen kolzanın sulama zamanı planlaması, bitki stres seviyesinin ve su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır. Verim ile uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler sulama suyu kullanım randımanı ve su uygulama randımanı kapsamında incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, Tekirdağ koşullarında kolza bitkisinin yetişme dönemleri içinde tam sulanan (III) konuda farklı sulama düzeylerine uygulanan sulama suyu miktarları 2010 yılında 59–364 mm, 2011 yılında 74–362 mm ve 2012 yılında 24–250 mm arasında değişirken, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla, 738–941 mm, 727–923 mm ve 494–730 mm arasında belirlenmiştir.

Sulama suyu ve su kullanım randımanları, sulama düzeylerine göre farklılık göstermiştir. En yüksek sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) sırasıyla 2,21 kg m⁻³, 2,57 kg m⁻³ ve 2,36 kg m⁻³ olarak olgunlaşma periyodunda sulama yapılan en düşük sulama düzeyinde elde edilmiştir. Anılan konuda elde edilen verimler susuz konuya yakın, uygulanan sulama suyu miktarları da az olduğundan IWUE yüksek çıkmıştır. En küçük IWUE değeri ise her üç yıl için 0,30 kg m⁻³ bulunmuştur. Su kullanım randımanı (WUE) değerleri, araştırmanın ilk yılında 0,44–0,58 kg m⁻³, ikinci yılında 0,34–0,63 kg m⁻³ ve son yıl 0,65–0,80 kg m⁻³ arasında değişmiştir.

Denemenin her bir yılında en yüksek ortalama toplam verimler bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı varsayılan 3 gelişme döneminde de su uygulaması yapılan (III) konu ve II sulama düzeyinden elde edilmiştir. Ortalama en yüksek verim 2010, 2011 ve 2012 yılları için sırasıyla 484, 491 ve 477 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sulama suyu uygulaması yapılmayan (000) konuda ise ilk yıl 314 kg da⁻¹, ikinci yıl 337 kg da⁻¹, son yıl ise 357 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Araştırma konularından elde edilen deneme yıllarına ilişkin ortalama verim değerleri varyans analizleri ile karşılaştırılmıştır. Araştırmanın her üç yılında da sulama programlarının ve sulama düzeylerinin verim üzerine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuş, Duncan testi sonuçlarına göre III-I₁ konusu en yüksek olarak ilk grupta yer almıştır. Sulama koşullarında elde edilen verim değerlerinin, yıllara göre yağış miktarlarının nispeten fazla olmasına rağmen, susuz konuya kıyasla yüksek olması bakımından, sulamanın kolza yetiştiriciliğinde üretim potansiyeline katkı sağlayacağı açıktır.

Deneme konuları arasında kalite unsurları açısından; kuru madde oranı, protein miktarı, yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonu değerleri incelenmiştir. Bu değerler için yapılan istatistiksel analizlerde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, verim ve kalite parametreleri açısından hem sulama konuları hem de sulama düzeylerinden tek başına ön plana çıkan bir konu yoktur. Lider grup parametreler arasında değişiklik göstermektedir, ancak çok sayıda geçiş grubu yer almaktadır. Tam sulanan (III) konu verim açısından her üç yılda da ön plana çıkmış ve su kullanım randımanlarının genel olarak çok farklılık göstermemesi bakımından bu konunun önerilebileceği kanısına varılmıştır. Ancak, maliyet analizi sonuçları incelendiğinde ve bölgede su kaynaklarının kısıtlı olması durumunda, daha az sulama suyu uygulanması bakımından yalnızca çiçeklenme döneminde (OIO) yapılacak sulama ile en yüksek net geliri sağlamak mümkün olacaktır.

Kolza yetiştiriciliğinde sulama zamanı planlamasının bitkiye dayalı olarak gerçekleştirilmesi halinde, infrared termometre tekniği ile ölçülen bitki yaprak sıcaklığından yararlanılarak belirlenen bitki su stresi indeksinin (CWSI), kolzanın bitki su stresinin değerlendirilmesi için kullanılabileceği söylenebilir. Çalışmada, bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerinin belirlenmesi için gerekli olan üst sınır çizgisi 2,0, alt sınır denklemi ise tam sulanan konuda “ $T_c - T_a = -3,1375 \text{ VPD} + 1,8434$, $R^2 = 0,96$ $p < 0,01$, $S_{yx} = 0,35 \text{ }^\circ\text{C}$ ” olarak elde edilmiştir. Ayrıca beş farklı sulama düzeyinin verim ve I_{so} ' nun deneysel yaklaşımı ile hesaplanan bitki su stresi indeksi değerlerine etkisi araştırılmıştır. Önerilen araştırma konusu dikkate alındığında Tekirdağ koşullarında CWSI değeri 0,21' e ulaştığında sulamaya başlanmasının yüksek verim ve kaliteli ürün açısından daha uygun olacağı söylenebilir. Ancak, elde edilen bu değerlerin daha sonra yapılacak çalışmalar ile mutlaka alternatifleri ile birlikte desteklenmesi gerekmektedir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek, istatistiksel açıdan %1 önemlilik düzeyine sahip, “ $Y = -1762,5 \text{ CWSI} + 717,6$ ” doğrusal bir eşitlik elde edilmiştir. Sonuçta, bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının planlanmasında ve kolzanın verim tahmininde yararlanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, bitkiye ve toprağa dayalı ölçümler birlikte değerlendirildiğinde, sulama zamanının planlanmasında her iki yaklaşımın benzer sonuçlar verdiği söylenebilir.

Kolza bitkisinin mevsimlik su- verim tepki etmeni (k_y), denemenin ilk yılında 0,91, ikinci yıl için 0,92, son yılda ise 1,30 olarak bulunmuştur. Her üç yıl birlikte değerlendirildiğinde, mevsimlik k_y değeri 1,04 olarak belirlenmiştir.

Araştırma konularından elde edilen veriler kullanılarak, tarımı yapılan kolza bitkisinde, yağmurlama sulama yönteminin tüm yatırım masrafları, işgücü giderleri, sulama

suyu masrafı vb. tüm giderler dikkate alınarak yapılan maliyet analizleri sonucunda; sulama sisteminin ilk yatırım masrafları tüm konularda aynı olup, yıllık işletme masraflarına bağlı olarak toplam masraf unsuru farklılık göstermiş, üç gelişme döneminde sulanan (III) konusunda, tek dönem sulama yapılan deneme konularına oranla ortalama %15, sulama yapılmayan konuya oranla ise %44 daha yüksek olmuştur. Bu sonuçlara paralel bir değerlendirme yapıldığında, birim alan üretim değerlerine bağlı olarak, net gelir; çiçeklenme periyodunda tek sulama yapılan OIO sulama konusunda en yüksek olup, 450 TL da⁻¹yıl⁻¹, üç gelişme periyodunda sulanan (III) konuda 427 TL da⁻¹yıl⁻¹, sulama suyu uygulanmayan susuz konuda 368 TL da⁻¹yıl⁻¹ bulunmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda yetiştiricilik dönemi içinde izlenen toplam yağış değerlerinin uzun yıllar ortalamasının üstünde gerçekleşmesi ve bitkinin de kışlık bir bitki olmasından dolayı net gelir susuz konuda da nispeten yüksek bulunmuş, en yüksek net gelire göre farklılık yalnızca %18 olmuştur.

Genel olarak yoğun girdi kullanılarak entansif tarım yapılan Trakya Bölgesinde, buğday ve ayçiçeği tarımından sonra bölgeye hızlı bir giriş yapmış kolza bitkisinde yılda bir ürün alınarak ekonomik olarak üretim yapmak, ekonomik gücü yüksek Trakya çiftçisinin özellikle kurak yıllarda sulu tarım yaparak daha fazla net gelir sağlaması mümkün olacaktır. Bu amaçla, kolza yetiştiriciliği konusunda sulama ile su-üretim fonksiyonları ve sulama programlaması ile ilgili tüm veriler ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca, bitki su stresine bağlı planlamalarda bu çalışmada elde edilen alt ve üst sınır denklemleri bu konuda yürütülecek birçok çalışmaya dayanak oluşturacaktır. Bulguların, başta üreticilere daha sonra bu konuda çalışacak araştırmacı ve yatırımcılara faydalı olması beklenmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ahmadi M, Bahrani M J (2009). Yield and Yield Components of Rapeseed as Influenced by Water Stress at Different Growth Stages and Nitrogen Levels. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 5(6): 755-761.
- Al-Barrak K M (2006). Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield on canola (*Brassica napus* L.). *Sci. J. of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, 7: 87-103.
- Alderfasi AA, Nielsen DC (2001). Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. *Agric. Water Manag.* 47: 69-75.
- Andrieu B, Allirand JM, Jaggard K, (1997). Ground cover and leaf area index of Maize and Sugar beet crops. *Agriculture and Environment* 17: 315-321.
- Anonim (1987). *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. International Union Pure and Applied Chemistry Division Commission on Oils, Fats and Derivatives.
- Anonim (1990). *Official Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists*. Edited by Kenneth Helrich. Published By The Association Of Official Analytical Chemists, Virginia, USA.
- Anonim (1993). *AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*, 3rd edn., Method Ce.2-66.
- Anonim (2011). *Food and Agricultural Organization of the United Nation, Production Database*. <http://faostat.fao.org>
- Anonim (2012). *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tekirdağ İl Müdürlüğü Veri Bankası*.
- Anonim (2013). *Canada Grain Council Bulletin*. www.canadagrainscouncil.ca
- Aragües R, Royo A and Faci J 1992 Evaluation of a triple line source sprinkler system for salinity crop production studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56, 377–383.
- Ayyıldız M (1990). *Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1196. Ankara.
- Balaban A (1986). *Su Kaynaklarının Planlanması*. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 972, 263s, Ankara.
- Balaban A, Korukçu A (1970). Yağmurlama sulama sistemlerinde su dağılımının ölçülme metotları üzerinde bir inceleme, A.Ü. Zir. Fak. Ankara.
- Banuelos G.S., Bryla D.R. ve Cook C.G., 2002. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in central California. *Industrial Crops and Products*. 15: 237-245.
- Benami A. Diskin MH (1965). *Design of Sprinkling Irrigation*. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23. Technicon. Israel Institute of Tecnology. 1-165. Haifa. Israel
- Bilibio C., Carvalho J. de A., Hensel O. ve Richter U., 2011. Effect of different levels of water deficit on rapeseed (*Brassica napus* L.) crop. *Cienc. Agrotec. Lavras*, 35(4): 672-684.
- BirunAra A., Shekari F., Hassanpouraghdam M.B., Khorshidi M.B. ve Esfandyari E., 2011. Effects of water deficit stress on yield, yield components and phenology of canola

- (*Brassica napus* L.) at different growth stages. J. of Food, Agric. and Environ. 9(3,4): 506-509.
- Blake GR (1965). Bulk density methods of soil analysis. Part I. Am. Soc. Agron. 9: 374-390. Soil Science Society of America. Madison.
- Branscheid V (1997). Fao Investment Centre Occasional Paper Series No. 4 Irrigation Investment Briefs 13 Collected Papers Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome Investment Centre Division.
- Buttar G.S., Thind H.S. and Aujla M.S., 2006. Methods of planting and irrigation at various levels of nitrogen affect the seed yield and water use efficiency in transplanted oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agric. Wat. Manage. 85: 253-260.
- Chen C, Jackson G, Neill K, Wichman D, Johnson G, Johnson D (2005). Determining the Feasibility of Early Seeding Canola in the Northern Great Plains. Agron J 97: 1252-1262.
- Clark RN, Hlier EA (1973). Plant Measurements as Indicators of Crop Water Deficit, Crop Sci. 13, 466-469.
- Colaizzi PD, Barnes EM, Clarke TR, Choi CY, Waller PM (2003). Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. J. of Irrig. and Drain. 129: 27-35
- Dağdelen N, Gürbüz T, Erdem Y, Sezgin F, Yılmaz E, Akçay S, Yeşilirmak E (2008). Determination of crop water stress index (CWSI) of second crop corn in semiarid climate. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. 805-814, Turkey.
- Delibaş L (1994). Sulama. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No.213. Ders Kitabı No. 24. Tekirdağ.
- Doğan E, Copur O, Kahraman A, Kırnak H, Guldur (2011). Supplemental irrigation effect on canola yield components under semiarid climatic conditions. Agric Water Manage. 98: 1403-1408.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 33, Rome, Italy.
- Dreccer W F, Schapendonk A H C M, Slafer G A, Rabbinge R (2000). Comparative response of wheat and oilseed rape to nitrogen supply: absorption and utilization efficiency of radiation and nitrogen during the reproductive stages determining yield. Plant and soil Jour. 220: 189-205.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistiksel Metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1021. Ankara.
- Erdem Y, Erdem T, Orta A, Okursoy H (2006a). Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science, 56(3): 206-216.
- Erdem Y, Şehirli S, Erdem T, Kenar D (2006b). Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), J of Agric. And Forestry 30: 195-202.

- Erdem Y, Arin L, Erdem T, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültaş HT (2010). Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brasica oleracea* L. Var. *Italica*). *Agric. Wat. Manage.* 98: 148-156.
- Eryiğit T (1998). Farklı Hasat Zamanlarının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. T.C. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Van.
- Esendal E (1974). Erzurum ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı yerli ve yabancı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin fenolik ve morfolojik karakterleri ile verimleri ve tohum özellikleri üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 2(2): 54-67.
- Faraji A, Latifi N, Soltani A, Rad A H S, (2009). Seed yield and nitrogen use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agric. Water Manage.*, 96: 132-140.
- Gardner BR, Shock CC (1989). Interpreting the Crop Water Stress Index. ASAE, Paper no. 89-2642.
- Gardner BR, Nielsen DC, Shock CC (1992). Infrared thermometer and the crop water stress index, II. sampling procedures and interpretation. *Journal of Production Agric.*, 5(4): 466-475.
- Gençel B (2009). İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stresi İndeksini (CWSI) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi. Doktora Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü 91s. Adana
- Gençoğlan C, Gençoğlan S, Akbay C, Boz İ (2006). Deficit irrigation analysis of red pepper (*Capsicum annum* L.) using the mathematical optimisation method. *Turk. J. Of Agric. And Forest.* 30: 203-212.
- Gençoğlan C, Yazar A (1999). Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Gontia NK, Tiwari KN (2008). Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. *Agric. Water. Manage.* 95: 1144-1152.
- Gonza'lez-Dugo M, Moran MS, Mateos L, Bryant R (2005). Canopy temperature variability as an indicator of crop water stress severity. *J. Irrig. Sci.* 24: 233-240.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- Hamam F, Shahidi F (2005). Structured lipids from high-laurate canola oil and longchain omega-3 fatty acids, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 82: 731-736.
- Hamzei J, Soltani J (2012). Deficit irrigation of rapeseed for water-saving: Effects on biomass accumulation, light interception and radiation use efficiency under different N rates. *Agric., Ecosystems and Environ.* 155: 153-160.
- Hanks R J, Keller J, Rasmussen V P, Wilson G D (1976). Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. *Soil Sci. Soc. Amr. J.* 40: 426-429.
- Hatfield JL, Perrier A, Jackson RD (1983). Estimation of evapotranspiration at one time-of-day using remotely sensed surface temperatures. *Agric. Water. Manage.* 7, 341-350.

- Hatfield JL, Reginato RJ, Idso SB (1984). Evaluation of canopy temperature-evapotranspiration models over various surfaces, *Agric. Meteorol.* 32:41-53.
- Hışıl Y (1988). Enstrumental Analiz Teknikleri. E.Ü. Müh. Fak., Çoğalt. Yayın: 55, İzmir.
- Horst GL, O'Toole JC, Faver KL (1989). Seasonal and Species variation in baseline functions for determining crop water stress indices in turf grass. *Crop. Sci.* 29: 1227-1232.
- Howell TA, Cuenca RH, Solomon KH (1990). Crop Yield Response. in Management of Farm Irrigation System, Eds. GJ, Hoffman, Ta, Howell, Kh, Solomon. St. Joseph, Mich.: Asae.
- Idso SB, Jackson RD, Pinter PJ, Hatfield JL (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.* 24: 45-55.
- Idso SB (1982). Non - water stressed baselines: A key to monitoring and interpreting plant water stress, *Agric. Meteorol.*, 27, 59 -70.
- İrmak S, Dorota ZH, Baştuğ R (2000). Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. *Agron. J.* 92: 1221-1227.
- İstanbuluoğlu A., Arslan B., Göçmen E., Gezer E. ve Paşa C., 2010. Effects of deficit irrigation regimes on the yield and growth of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Biosystem Engin.* 105: 388-394.
- Kacar B (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 453. Uygulama Kılavuzu 155. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.
- Kaçar MM (2007). Farklı Su ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü ,Adana.
- Kanber R, Yazar A, Özekici B, Diker K, Sezen S M, Ünlü M (1994). Bitki üretim fonksiyonlarının eldesinde çizgi kaynaklı yağmurlama sistemlerinin kullanılması. *Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Dergisi.* 9(1): 133-148.
- Kanber R (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Genel Yayın No. 174. Ders Kitapları Yayın No. 52. 530s. Adana
- Kandel H, Knodel J J (2011). Canola Production Field Guide. North Dakota State Univ. Ext. Service. 122 pp.
- Kar G, Kumar A, Martha M (2007). Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. *Agric Water Manage.* 87: 73-82.
- Katerji N, Itier B, Ferreira, MI, Pereira LS (1987). Water stress indicators for tomato crop, Soil and Plant Water Status (Proceed. Int. Conf.) Logan, Utah.
- Korukçu A, Kanber R (1981). Water-yield relationship. Soil-Water Main Project 435-1, Tarsus.
- Korukçu A (1992). Sulamadaki Gelişmelerin Türkiye'ye Etkisi. Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Köksal H (1995). Çukurova Koşullarında İkinci Ürün Mısır Bitkisi Su-Verim İlişkileri ve CERES-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun Saptanması. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Inst. Yüksek Lisans Tezi, 196s, Adana.
- List R J (1971). Smithsonian Meteorological Tables. Revised Edition. Smithsonian Msc. Collections. Vol: 114, Smithsonian Institute. Washington.

- Majnooni-Haris A, Sadraddini A A, Nazemi A H, Shakiba M R, Neyshaburi M R ve Tuzel I H (2012). Determination of single and dual crop coefficients and ratio of transpiration to evapotranspiration for canola. *Annals of Biological Research* 3(4): 1885-1894.
- Maleki S.H. ve Mirsheraki B., 2011. Irrigation period in three rapeseed cultivars influences crop phenology and yield. *J. of Food, Agric. and Environ.* 9(2): 446-448.
- Meijer A D (2004). Characterizing a crop water stress index for predicting yield in corn. North Carolina State University Master of Science Thesis, 156 pp.
- Milroy S.P., Asseng S. ve Poole L., 2004. Root growth of canola and wheat in the deep yellow sands of the northern sandplain of the Western Australian wheat belt. 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep - 1 Oct 2004.
- Moaveni P., Ebrahimi A. Ve Farahani H.A., 2010. Studying of oil yield variations in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under drought stress conditions. *J. of Agric. Biotech. and Sustainable Development*, 2(5): 71-75.
- Nielsen DC, Gardner BR (1987). Scheduling irrigations for corn with the crop water stress index (CWSI), *Appl. Agric. Res.* 2: 295-300.
- Nielsen D C (1996). Water use and yield of canola under dryland conditions in the central Great Plains. *J. Prod. Agric.* 10:307-313.
- Odabaşı S, Taşkaya B (2004). Kanola (Kolza). *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enst.-Bakış.* 7(11). 12-15.
- Orta AH, Erdem T, Erdem Y (2002). Determination of Water Stress Index in Sunflower, *Helia* 37: 27-38.
- Orta AH, Erdem Y, Erdem T (2003). Crop water stress index for watermelon. *Scientia Hort.* 98: 121-130.
- Orta AH, Başer İ, Şehirali S, Erdem T, Erdem Y (2004). Use of infrared thermometry for developing baseline equations and scheduling irrigation in wheat. *Cereal Research Communications*, 32(3): 363-370.
- Ödemiş B, Baştuğ R (1999). İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması, *J of Agric. And Forestry* 23: 31-37.
- Öz M (2002). Bursa Mustafakemalpaşa Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Kışlık Kolza Çeşitlerinde Verim ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Olan Etkileri. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Dergisi.* 16: 1-13.
- Özkolsarıcı A (2006). Türkiye’ de Yağlı Tohumlu Bitkilerin Potansiyeli. *Tarım ve Mühendislik Sayı:* 78-79.
- Payero JO, Irmak S (2006). Design, construction, installation, and performance of two large repacked weighing lysimeters for measuring crop evapotranspiration. *Irrigation Science* (in review).
- Poma I., Venezia G. ve Gristina L., 1999. Rapeseed (*Brassica napus* L. var. oleifera D.C.) ecophysiological and agronomical aspects as affected by soil water availability. 10th International Rapeseed Congress Canberra, Australia, 1999.
- Rao S S, Regar P L, Tanwar S P S (2012). Wheat yield response to line source sprinkler irrigation and soil management practices on medium-textured shallow soils of arid environment. *Irrig Sci.* DOI 10.1007/s00271-012-0398-1.

- Rahnema, A A, Bakhshandeh A M (2006). Determination of optimum irrigation level and compatible oilseed rape varieties in the Mediterranean environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(3): 543–546.
- Roundy B A, Heydari H, Watson C, Smith S E, Munda B, Pater M (2001). Summer Establishment of Sonoran Desert Species for Revegetation of Abandoned Farmland Using Line Source Sprinkler Irrigation. *Arid Land Research and Management* 15: 23-29.
- Sezen S M, Yazar A (2006). Wheat yield response to line-source sprinkler irrigation in the arid Southeast Anatolia region of Turkey. *Agric. Wat. Manage.* 81:59-76.
- Shabani A, Sepaskhah A R, Kamgar-Haghighi A A (2013). Responses of agronomic components of rapeseed (*Brassica napus* L.) as influenced by deficit irrigation
- Shanahan JF, Nielsen DC (1987). Influence of growthretardants (Anti-Gibberellins) on corn vegetative growth, water use, and grain yield under different levels of waters tress. *Agron. J.* 79: 103-109.
- Silva BB, Rao TVR (2005). The CWSI variations of a cotton crop in a semi-arid region of Northeast Brazil. *Journal of Arid Enviroments.* 62: 649-659.
- Sinaki J F, Heravan E M, Rad A H S, Noormohammadi G, Zarei G (2007). The effects of water deficit during growth stages of Canola (*Brassica napus* L.). *Amer.-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2(4): 417-422.
- Siopongco J D L C, Ingram K T, Boling A A, Tuong T P (1994). Use of line-source sprinkler irrigation system in examining the effects of intermittent rainfall on establishment and early growth of dry-seeded rainfed lowland rice. 10. Annual Scientific Conference of the Federation of Crop Science Societies of the Philippines. Palawan (Philippines).
- Steele DD, Stegman EC, Gregor BL (1994). Field comparison of irrigation scheduling methods for corn. *Trans. ASAE* 37: 1197-1203.
- Süzer S, (2008). Kanola (Kolza) Tarımı. Hasad Yayıncılık, A.Ş. İstanbul.
- Tahir M., Ali A., Nadeem M. A., Tanveer A. and Sabir Q.M., 2007. Performance of canola (*Brassica Napus* L.) under different irrigation levels. *Pak. J. Bot.*, 39(3): 739-746.
- Tesfamariam E H (2004). Modelling the Soil Water Balance of Canola *Brassica napus* L. (Hyola 60).
- Tohidloo G S, Taleghani G D, Sadeghian S Y, Chegini M A (2004). Study of water use efficiency, yield and quality of two sugar beet varieties in line source sprinkler irrigation. 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.
- Uçan K, Gençoğlan C (2004). The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. *Turk. J. Of Agric. And Forest.* 28: 163-172.
- Walker WR. Skogerboe GV (1987). *Surface Irrigation. Theory and Practice.* Prentice- Hall. Englewood Cliffs. 375pp. New Jersey.
- Watts D G, Sullivan C Y, Gilley J R (1979). Development of operation of gradient irrigation systems for evaluation on plant response to drought stress. 1979 Annual meetings ASA, CSSA and SSA. Colorado ABD.
- Winward T W, Hill W R (2007). Catch-can performance under a line-source sprinkler. *Transactions of the ASABE.* 50(4): 1167-1175.
- Woodward GO (1959). *Sprinkler Irrigation.* Sprinkler Irrig. Assoc. 1028, Washington.

- Yavuz M Y, Kanber R (2006). Farklı sulama düzeyleri ile son sulama zamanının pamuk verimi ve su kullanımına etkisi. Harran Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 10(3/4): 23-33.
- Yazar A, Çevik B, Tekinel O, Tülücü K, Baştuğ R, Kanber R (1990). Çukurova koşullarında yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan soyada evapotranspirasyon-verim ilişkilerinin belirlenmesi. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry. 14: 181-203.
- Yazar A, Kanber R, Köksal H, Sezen S M, Önder S, Ünlü M, Diker K (1999a). Yağmurlama yöntemiyle sulanan pamukta su-verim fonksiyonları. Türk Dünyasında Pamuk Tarımı Lif Teknolojisi ve Tekstil 1. Sempozyumu, 28 Eylül-1 Ekim 1999, Kahramanmaraş.
- Yazar A, Howell AT, Dusek DA, Copeland KS (1999b). Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. Irrig. Sci. 18: 171-180.
- Yıldırım O (1996). Sulama Sistemleri II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınları No. 1449. Ders Kitapları Yayın No. 429. 289s. Ankara
- Yuan G, Luo Y, Sun X, Tang D (2004). Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the North China plain. Agric. Wat. Manage. 64: 29-40.
- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56. Ankara.
- Zengin Ü (2005). Akdeniz Bölgesi Sahil Kuşağında Yetiştirilen Kanola Bitkisinde Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Verimle İlgili Karakterlere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü 60s, Antalya.
- Zhang Y, Kendy E, Qiang Y, Changming L, Yanjun S, Hongyong S (2004). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the north China plain. Agric Water Manage 64: 107-122.

EKLER

Ek Çizelge 1. Araştırma alanına ilişkin 2009/2010 yıllarına ait iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm gün ⁻¹)	Yağış (mm)
Ekim 01-10	19,1	95,9	1,9	7,0	17,3	84,4
Ekim 11-20	16,7	94,4	2,6	4,9	11,3	70,4
Ekim 21-31	15,1	98,5	2,5	3,3	9,1	44,0
Ekim 01-31	17,0	96,3	2,3	5,1	37,7	198,8
Kasım 01-10	12,1	96,4	2,6	5,3	7,1	21,6
Kasım 11-20	11,9	98,0	2,0	4,3	5,2	2,8
Kasım 21-30	11,8	99,0	1,6	5,9	4,3	7,8
Kasım 01-30	11,9	97,8	2,1	5,1	16,6	32,2
Aralık 01-10	11,5	98,8	2,4	2,1	3,8	7,2
Aralık 11-20	6,8	99,0	3,5	0,7	2,9	108,6
Aralık 21-31	11,0	98,1	2,6	2,7	4,3	17,8
Aralık 01-31	9,8	98,6	2,8	1,8	11,0	133,6
Ocak 01-10	10,7	91,7	3,0	2,6	6,3	20,2
Ocak 11-20	4,9	97,7	2,7	1,2	3,5	31,6
Ocak 21-31	-0,6	93,3	2,9	1,6	4,1	22,8
Ocak 01-31	5,0	94,2	2,9	1,8	13,9	74,6
Şubat 01-10	3,8	80,7	3,3	2,5	6,5	67,4
Şubat 11-20	10,2	83,8	2,3	3,2	12,4	63,2
Şubat 21-28	9,9	83,0	2,4	2,6	9,7	19,6
Şubat 01-28	8,0	82,5	2,7	2,7	28,6	150,2
Mart 01-10	7,1	84,7	3,1	2,5	11,3	43,0
Mart 11-20	7,0	73,9	2,1	6,1	16,9	0,0
Mart 21-30	11,1	79,0	2,4	5,1	21,7	3,6
Mart 01-30	8,4	79,2	2,5	4,6	49,9	46,6
Nisan 01-10	12,5	73,1	1,9	6,5	24,9	4,6
Nisan 10-20	13,0	77,4	2,4	5,7	24,9	17,2
Nisan 21-30	14,0	70,7	3,0	9,0	33,5	5,8
Nisan 01-30	13,2	73,7	2,4	7,0	83,3	27,6
Mayıs 01-10	16,1	73,3	1,9	9,7	36,2	0,2
Mayıs 11-20	19,1	67,7	2,7	7,6	40,8	14,2
Mayıs 21-31	20,7	74,4	2,0	9,0	46,6	0,0
Mayıs 01-31	18,6	71,8	2,2	8,8	123,6	14,4
Haziran 01-10	21,6	72,7	2,5	5,9	39,7	17,8
Haziran 11-20	25,0	69,7	2,4	9,6	50,8	0,0
Haziran 21-31	21,5	76,4	2,1	4,2	34,5	28,8
Haziran 01-31	22,7	72,9	2,3	6,6	125,0	46,6
Temmuz 01-10	23,6	73,4	2,5	7,6	44,2	13,4
Temmuz 11-20	26,4	69,8	2,6	10,1	53,5	22,6
Temmuz 01-20	25,0	71,6	2,5	8,8	97,7	36,0

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir

Ek Çizelge 2. Araştırma alanına ilişkin 2010/2011 yıllarına ait iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm gün ⁻¹)	Yağış (mm)
Ekim 01-10	15,0	66,1	3,2	4,2	22,6	5,0
Ekim 11-20	16,8	88,1	2,6	2,0	12,2	86,4
Ekim 21-31	13,6	77,9	3,1	4,7	15,6	124,6
Ekim 01-31	15,1	77,4	3,0	3,6	50,4	216,0
Kasım 01-10	14,4	86,0	2,2	4,2	12,4	1,0
Kasım 11-20	15,3	85,1	1,5	5,0	8,8	2,2
Kasım 21-30	16,1	76,8	3,3	3,8	14,6	27,4
Kasım 01-30	15,3	82,6	2,4	4,3	35,8	30,6
Aralık 01-10	13,2	73,3	2,5	2,9	11,4	22,0
Aralık 11-20	4,3	78,0	3,0	1,9	7,2	31,6
Aralık 21-31	9,0	83,7	1,9	3,4	2,4	54,2
Aralık 01-31	8,8	78,3	2,5	2,7	26,0	107,8
Ocak 01-10	5,1	82,1	2,4	4,6	6,2	12,4
Ocak 11-20	6,7	87,3	1,9	3,6	5,8	6,2
Ocak 21-31	4,1	84,7	2,6	2,3	7,6	27,2
Ocak 01-31	5,3	84,7	2,3	3,5	19,6	45,8
Şubat 01-10	5,2	74,9	2,2	8,0	10,5	0,0
Şubat 11-20	6,9	73,6	3,4	3,5	12,9	5,8
Şubat 21-28	2,8	84,1	3,1	0,7	6,5	34,4
Şubat 01-28	5,0	77,5	2,9	4,1	29,9	40,2
Mart 01-10	3,1	74,7	3,9	1,8	11,8	4,6
Mart 11-20	8,6	83,3	2,0	6,0	15,7	13,6
Mart 21-30	9,5	80,0	2,3	5,6	21,1	7,0
Mart 01-30	7,1	79,3	2,7	4,5	48,6	25,2
Nisan 01-10	10,7	78,5	2,8	3,3	20,3	39,4
Nisan 10-20	9,9	74,3	2,9	3,3	21,1	32,0
Nisan 21-30	9,6	67,9	2,5	5,7	23,1	3,8
Nisan 01-30	10,1	73,6	2,7	4,1	64,5	75,2
Mayıs 01-10	13,5	80,2	2,1	3,8	24,0	29,0
Mayıs 11-20	16,1	78,3	2,2	8,2	34,2	12,0
Mayıs 21-31	19,8	73,9	2,5	8,7	45,5	0,8
Mayıs 01-31	16,4	77,5	2,3	6,9	103,7	41,0
Haziran 01-10	22,0	71,0	2,2	10,3	47,8	9,4
Haziran 11-20	21,7	77,0	2,2	7,3	40,3	32,2
Haziran 21-31	22,1	63,3	2,9	9,0	49,6	53,8
Haziran 01-31	21,9	70,4	2,4	8,9	137,7	95,4
Temmuz 01-10	23,5	72,4	2,4	9,6	47,5	7,8
Temmuz 11-20	26,3	64,6	2,3	11,4	55,7	0,0
Temmuz 01-20	24,9	68,5	2,4	10,5	103,2	7,8

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir

Ek Çizelge 3. Araştırma alanına ilişkin 2011/2012 yıllarına ait iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm gün ⁻¹)	Yağış (mm)
Ekim 01-10	17,7	75,0	2,5	7,9	22,5	106,8
Ekim 11-20	11,4	88,8	2,5	2,5	9,9	51,0
Ekim 21-31	13,1	83,3	3,1	2,1	12,7	0,2
Ekim 01-31	14,1	82,4	2,7	4,2	45,1	158,0
Kasım 01-10	11,4	70,8	2,7	4,3	8,6	0,0
Kasım 11-20	6,8	92,7	3,1	2,1	5,0	4,4
Kasım 21-30	7,4	81,3	2,7	4,7	4,8	0,0
Kasım 01-30	8,5	81,6	2,8	3,7	18,4	4,4
Aralık 01-10	9,3	94,4	2,5	5,7	5,1	9,2
Aralık 11-20	10,8	96,9	2,6	1,8	5,1	54,0
Aralık 21-31	4,7	92,8	2,5	3,4	3,9	20,8
Aralık 01-31	8,3	94,7	2,5	3,7	14,1	84,0
Ocak 01-10	5,9	93,2	2,8	3,6	3,6	17,4
Ocak 11-20	2,7	79,6	2,2	4,9	6,0	6,0
Ocak 21-31	2,2	87,2	3,4	3,1	5,9	21,2
Ocak 01-31	3,6	86,7	2,8	3,9	15,5	44,6
Şubat 01-10	1,6	93,0	3,9	2,5	5,1	8,6
Şubat 11-20	3,0	91,1	2,7	4,5	7,0	20,6
Şubat 21-28	5,2	85,4	2,4	4,4	9,5	13,8
Şubat 01-28	3,3	89,8	3,0	3,8	21,6	43,0
Mart 01-10	5,0	82,0	2,7	4,6	12,0	2,0
Mart 11-20	6,9	89,1	2,5	5,6	14,7	11,6
Mart 21-30	11,4	75,1	2,4	8,4	27,0	4,4
Mart 01-30	7,8	82,1	2,6	6,2	53,7	18,0
Nisan 01-10	12,0	86,0	3,0	6,7	23,4	51,6
Nisan 10-20	14,3	84,0	3,0	6,2	25,8	8,2
Nisan 21-30	16,0	77,3	1,9	9,4	34,4	1,6
Nisan 01-30	14,1	82,4	2,6	7,4	83,6	61,4
Mayıs 01-10	19,0	82,3	2,0	9,0	36,1	0,0
Mayıs 11-20	17,7	94,1	2,7	5,2	26,6	35,0
Mayıs 21-31	17,8	96,7	3,7	6,9	32,2	27,4
Mayıs 01-31	18,2	91,0	2,9	7,1	94,9	62,4
Haziran 01-10	21,9	86,2	2,0	10,8	44,8	0,0
Haziran 11-20	25,0	78,7	3,7	11,5	55,7	0,0
Haziran 21-31	25,3	69,6	2,9	10,5	53,8	0,2
Haziran 01-31	24,1	78,2	2,9	10,9	154,3	0,2
Temmuz 01-10	25,7	66,9	2,7	10,7	54,7	6,0
Temmuz 11-20	27,0	69,0	3,0	10,5	56,5	0,0
Temmuz 01-20	26,3	68,0	2,8	10,6	111,2	6,0

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir

Ek Çizelge 4. Bitki su tüketimi hesapları (III, mm 120 cm⁻¹, 2009/2010)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	101	38	533
	23.04.2010	469	-		61	571
	03.05.2010	408	15	124	150	632
	25.05.2010	397	19	139	98	782
	17.06.2010	450	41		61	880
	14.07.2010	437			941	941
TOPLAM	-6	583	364	941		
I ₂	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	80	37	533
	23.04.2010	449	-		41	570
	03.05.2010	408	15	101	117	611
	25.05.2010	407	19	109	88	728
	17.06.2010	447	41		51	816
	14.07.2010	437			867	867
TOPLAM	-6	583	290	867		
I ₃	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	65	30	533
	23.04.2010	441	-		41	563
	03.05.2010	400	15	91	120	604
	25.05.2010	386	19	90	70	724
	17.06.2010	425	41		59	794
	14.07.2010	407			853	853
TOPLAM	24	583	246	853		
I ₄	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	45	37	533
	23.04.2010	414	-		37	570
	03.05.2010	377	15	70	75	607
	25.05.2010	387	19	64	52	682
	17.06.2010	418	41		50	734
	14.07.2010	409			784	784
TOPLAM	22	583	179	784		
I ₅	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		11	522
	14.04.2010	383	23	23	25	533
	23.04.2010	404	-		32	558
	03.05.2010	372	15	22	42	590
	25.05.2010	367	19	14	50	632
	17.06.2010	350	41		56	682
	14.07.2010	335			738	738
TOPLAM	96	583	59	738		

Ek Çizelge 4. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (I00, mm 120 cm⁻¹, 2009/2010)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	102	40	533
	23.04.2010	468	-		53	573
	03.05.2010	415	15		60	626
	25.05.2010	370	19		34	686
	17.06.2010	355	41		46	720
	14.07.2010	350			766	766
TOPLAM	81	583	102	766		
I ₂	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		11	521
	14.04.2010	384	23	80	44	532
	23.04.2010	443	-		39	576
	03.05.2010	404	15		44	615
	25.05.2010	375	19		49	659
	17.06.2010	345	41		46	708
	14.07.2010	340			754	754
TOPLAM	91	583	80	754		
I ₃	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	66	31	533
	23.04.2010	441	-		41	564
	03.05.2010	400	15		45	605
	25.05.2010	370	19		44	650
	17.06.2010	345	41		51	694
	14.07.2010	335			745	745
TOPLAM	96	583	66	745		
I ₄	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	45	10	533
	23.04.2010	441	-		46	543
	03.05.2010	395	15		40	589
	25.05.2010	370	19		44	629
	17.06.2010	345	41		66	673
	14.07.2010	320			739	739
TOPLAM	111	583	45	739		
I ₅	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23	23	29	533
	23.04.2010	400	-		14	562
	03.05.2010	386	15		31	576
	25.05.2010	370	19		44	607
	17.06.2010	345	41		71	651
	14.07.2010	315			722	722
TOPLAM	116	583	23	722		

Ek Çizelge 4. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (010, mm 120 cm⁻¹, 2009/2010)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23		36	533
	23.04.2010	370	-		30	569
	03.05.2010	340	15	124	134	599
	25.05.2010	345	19		46	733
	17.06.2010	318	41		54	779
14.07.2010	305			833	833	
TOPLAM	126	583	124	833		
I ₂	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23		36	533
	23.04.2010	370	-		30	569
	03.05.2010	340	15	102	112	599
	25.05.2010	345	19		46	711
	17.06.2010	318	41		54	757
14.07.2010	305			811	811	
TOPLAM	126	583	102	811		
I ₃	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23		36	533
	23.04.2010	370	-		30	569
	03.05.2010	340	15	91	88	599
	25.05.2010	358	19		53	687
	17.06.2010	324	41		50	740
14.07.2010	315			790	790	
TOPLAM	116	583	91	790		
I ₄	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23		36	533
	23.04.2010	370	-		30	569
	03.05.2010	340	15	70	80	599
	25.05.2010	345	19		54	679
	17.06.2010	310	41		41	733
14.07.2010	310			774	774	
TOPLAM	121	583	70	774		
I ₅	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		34	487
	11.04.2010	395	-		12	521
	14.04.2010	383	23		36	533
	23.04.2010	370	-		30	569
	03.05.2010	340	15	22	57	599
	25.05.2010	320	19		39	656
	17.06.2010	300	41		31	695
14.07.2010	310			726	726	
TOPLAM	121	583	22	726		

Ek Çizelge 4. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (00I, mm 120 cm⁻¹, 2009/2010)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		6	522
	14.04.2010	388	23		17	528
	23.04.2010	394	-		22	545
	03.05.2010	372	15		40	567
	25.05.2010	347	19	139	127	607
	17.06.2010	378	41		104	734
	14.07.2010	315			838	838
TOPLAM	116	583	139	838		
I ₂	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		6	522
	14.04.2010	388	23		17	528
	23.04.2010	394	-		22	545
	03.05.2010	372	15		30	567
	25.05.2010	357	19	109	107	597
	17.06.2010	378	41		104	704
	14.07.2010	315			808	808
TOPLAM	116	583	109	808		
I ₃	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		6	522
	14.04.2010	388	23		17	528
	23.04.2010	394	-		22	545
	03.05.2010	372	15		30	567
	25.05.2010	357	19	90	88	597
	17.06.2010	378	41		104	685
	14.07.2010	315			789	789
TOPLAM	116	583	90	789		
I ₄	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		6	522
	14.04.2010	388	23		17	528
	23.04.2010	394	-		22	545
	03.05.2010	372	15		30	567
	25.05.2010	357	19	64	62	597
	17.06.2010	378	41		104	659
	14.07.2010	315			763	763
TOPLAM	116	583	64	763		
I ₅	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		6	522
	14.04.2010	388	23		17	528
	23.04.2010	394	-		22	545
	03.05.2010	372	15		30	567
	25.05.2010	357	19	14	12	597
	17.06.2010	378	41		104	609
	14.07.2010	315			713	713
TOPLAM	116	583	14	713		

Ek Çizelge 5. Bitki su tüketimi hesapları (III, mm 120 cm⁻¹, 2010/2011)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		13	453
	30.04.2011	376	29	105	122	466
	12.05.2011	388	7	123	38	588
	16.05.2011	480	6		48	626
	21.05.2011	438	0		38	673
	26.05.2011	400	1		48	711
	05.06.2011	353	46	134	123	759
	23.06.2011	410	63		41	882
	10.07.2011	432			923	923
TOPLAM	-133	694	362	923		
I ₂	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		13	453
	30.04.2011	376	29	92	109	466
	12.05.2011	388	7	97	32	575
	16.05.2011	460	6		39	607
	21.05.2011	427	0		37	645
	26.05.2011	390	1		37	682
	05.06.2011	354	46	106	96	719
	23.06.2011	410	63		43	815
	10.07.2011	430			858	858
TOPLAM	-131	694	295	858		
I ₃	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		13	453
	30.04.2011	376	29	69	86	466
	12.05.2011	388	7	84	19	552
	16.05.2011	460	6		28	571
	21.05.2011	438	0		26	598
	26.05.2011	412	1		55	624
	05.06.2011	358	46	84	83	679
	23.06.2011	405	63		51	762
	10.07.2011	417			813	813
TOPLAM	-118	694	237	813		
I ₄	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29	57	78	472
	12.05.2011	378	7	50	15	550
	16.05.2011	420	6		19	565
	21.05.2011	407	0		16	583
	26.05.2011	391	1		29	599
	05.06.2011	363	46	57	71	628
	23.06.2011	395	63		34	699
	10.07.2011	424			733	733
TOPLAM	-125	694	164	733		
I ₅	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29	24	45	472
	12.05.2011	378	7	36	23	517
	16.05.2011	398	6		24	540
	21.05.2011	380	0		20	563
	26.05.2011	360	1		31	583
	05.06.2011	330	46	14	65	614
	23.06.2011	325	63		48	679
	10.07.2011	340			727	727
TOPLAM	-41	694	74	727		

Ek Çizelge 5. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (I00, mm 120 cm⁻¹, 2010/2011)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29	105	116	472
	12.05.2011	388	7		21	588
	16.05.2011	374	6		25	609
	21.05.2011	355	0		20	633
	26.05.2011	335	1		36	653
	05.06.2011	300	46		31	689
	23.06.2011	315	63		48	720
	10.07.2011	330			768	768
TOPLAM	-31	694	105	768		
I ₂	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		23	453
	30.04.2011	366	29	92	99	476
	12.05.2011	388	7		19	575
	16.05.2011	376	6		25	594
	21.05.2011	357	0		20	618
	26.05.2011	337	1		36	638
	05.06.2011	302	46		33	674
	23.06.2011	315	63		46	707
	10.07.2011	332			753	753
TOPLAM	-33	694	92	753		
I ₃	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		23	453
	30.04.2011	366	29	69	76	476
	12.05.2011	388	7		21	552
	16.05.2011	374	6		25	573
	21.05.2011	355	0		20	597
	26.05.2011	335	1		31	617
	05.06.2011	305	46		36	648
	23.06.2011	315	63		45	684
	10.07.2011	333			729	729
TOPLAM	-34	694	69	729		
I ₄	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29	57	78	472
	12.05.2011	378	7		11	550
	16.05.2011	374	6		20	561
	21.05.2011	360	0		20	580
	26.05.2011	340	1		31	600
	05.06.2011	310	46		36	631
	23.06.2011	320	63		43	667
	10.07.2011	340			710	710
TOPLAM	-41	694	57	710		
I ₅	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29	24	45	472
	12.05.2011	378	7		11	517
	16.05.2011	374	6		20	528
	21.05.2011	360	0		20	547
	26.05.2011	340	1		41	567
	05.06.2011	300	46		66	608
	23.06.2011	280	63		38	674
	10.07.2011	305			712	712
TOPLAM	-6	694	24	712		

Ek Çizelge 5. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (0I0, mm 120 cm⁻¹, 2010/2011)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		41	472
	12.05.2011	358	7	123	30	513
	16.05.2011	458	6		34	543
	21.05.2011	430	0		20	576
	26.05.2011	410	1		43	596
	05.06.2011	368	46		69	639
	23.06.2011	345	63		63	708
	10.07.2011	345			771	771
TOPLAM	-46	694	123	771		
I ₂	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7	97	14	503
	16.05.2011	458	6		34	517
	21.05.2011	430	0		20	550
	26.05.2011	410	1		43	570
	05.06.2011	368	46		69	613
	23.06.2011	345	63		53	682
	10.07.2011	355			735	735
TOPLAM	-56	694	97	735		
I ₃	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7	84	11	503
	16.05.2011	448	6		24	514
	21.05.2011	430	0		30	537
	26.05.2011	400	1		43	567
	05.06.2011	358	46		74	610
	23.06.2011	330	63		47	684
	10.07.2011	346			731	731
TOPLAM	-47	694	84	731		
I ₄	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		21	472
	12.05.2011	378	7	50	20	493
	16.05.2011	415	6		15	513
	21.05.2011	406	0		11	527
	26.05.2011	395	1		38	538
	05.06.2011	358	46		54	576
	23.06.2011	350	63		74	630
	10.07.2011	339			704	704
TOPLAM	-40	694	50	704		
I ₅	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7	36	17	503
	16.05.2011	394	6		16	520
	21.05.2011	384	0		19	535
	26.05.2011	365	1		25	554
	05.06.2011	341	46		41	579
	23.06.2011	346	63		84	620
	10.07.2011	325			704	704
TOPLAM	-26	694	36	704		

Ek Çizelge 5. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (00I, mm 120 cm⁻¹, 2010/2011)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7		15	503
	16.05.2011	360	6		21	518
	21.05.2011	345	0		20	538
	26.05.2011	325	1		38	558
	05.06.2011	288	46	134	70	596
	23.06.2011	398	63		71	666
	10.07.2011	390			737	737
TOPLAM	-91	694	134	737		
I ₂	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7		15	503
	16.05.2011	360	6		21	518
	21.05.2011	345	0		20	538
	26.05.2011	325	1		28	558
	05.06.2011	298	46	107	73	586
	23.06.2011	378	63		51	659
	10.07.2011	390			710	710
TOPLAM	-91	694	107	710		
I ₃	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7		15	503
	16.05.2011	360	6		21	518
	21.05.2011	345	0		20	538
	26.05.2011	325	1		28	558
	05.06.2011	298	46	84	68	586
	23.06.2011	360	63		53	654
	10.07.2011	370			707	707
TOPLAM	-71	694	84	707		
I ₄	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7		15	503
	16.05.2011	360	6		21	518
	21.05.2011	345	0		20	538
	26.05.2011	325	1		28	558
	05.06.2011	298	46	57	71	586
	23.06.2011	330	63		43	657
	10.07.2011	350			700	700
TOPLAM	-51	694	57	700		
I ₅	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7		15	503
	16.05.2011	360	6		21	518
	21.05.2011	345	0		10	538
	26.05.2011	335	1		28	548
	05.06.2011	308	46	14	58	576
	23.06.2011	310	63		48	634
	10.07.2011	325			682	682
TOPLAM	-26	694	14	682		

Ek Çizelge 6. Bitki su tüketimi hesapları (III, mm 120 cm⁻¹, 2011/2012)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		116	60	356
	08.05.2012	438	32		100	416
	20.05.2012	370	30	134	161	516
	18.06.2012	373	0		53	677
	05.07.2012	320			730	730
TOPLAM	111	369	250	730		
I ₂	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		81	28	356
	08.05.2012	435	32		97	384
	20.05.2012	370	30	111	141	481
	18.06.2012	370	0		54	622
	05.07.2012	316			676	676
TOPLAM	115	369	192	676		
I ₃	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		60	42	356
	08.05.2012	400	32		67	398
	20.05.2012	365	30	86	112	465
	18.06.2012	369	0		53	577
	05.07.2012	316			630	630
TOPLAM	115	369	146	630		
I ₄	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		35	37	356
	08.05.2012	380	32		57	393
	20.05.2012	355	30	46	76	450
	18.06.2012	355	0		45	526
	05.07.2012	310			571	571
TOPLAM	121	369	81	571		
I ₅	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		13	31	356
	08.05.2012	364	32		24	387
	20.05.2012	372	30	11	56	411
	18.06.2012	357	0		27	467
	05.07.2012	330			494	494
TOPLAM	101	369	24	494		

Ek Çizelge 6. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (0I0, mm 120 cm⁻¹, 2011/2012)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		116	80	356
	08.05.2012	418	32		80	436
	20.05.2012	370	30		98	516
	18.06.2012	302	0		27	614
	05.07.2012	275			641	641
TOPLAM	156	369	116	641		
I ₂	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		81	48	356
	08.05.2012	415	32		77	404
	20.05.2012	370	30		60	481
	18.06.2012	340	0		30	541
	05.07.2012	310			571	571
TOPLAM	121	369	81	571		
I ₃	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		60	52	356
	08.05.2012	390	32		57	408
	20.05.2012	365	30		59	465
	18.06.2012	336	0		31	524
	05.07.2012	305			555	555
TOPLAM	126	369	60	555		
I ₄	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		35	37	356
	08.05.2012	380	32		47	393
	20.05.2012	365	30		38	440
	18.06.2012	357	0		27	478
	05.07.2012	330			505	505
TOPLAM	101	369	35	505		
I ₅	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382		14	32	356
	08.05.2012	364	32		24	388
	20.05.2012	372	30		45	412
	18.06.2012	357	0		22	457
	05.07.2012	335			479	479
TOPLAM	96	369	14	479		

Ek Çizelge 6. (Devam) Bitki su tüketimi hesapları (00I, mm 120 cm⁻¹, 2011/2012)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
I ₁	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382			18	356
	08.05.2012	364	32		24	374
	20.05.2012	372	30	135	138	398
	18.06.2012	399	0		63	536
	05.07.2012	336			599	599
TOPLAM	95	369	135	599		
I ₂	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382			18	356
	08.05.2012	364	32		24	374
	20.05.2012	372	30	112	135	398
	18.06.2012	379	0		53	533
	05.07.2012	326			586	586
TOPLAM	105	369	112	586		
I ₃	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382			18	356
	08.05.2012	364	32		24	374
	20.05.2012	372	30	87	119	398
	18.06.2012	370	0		44	517
	05.07.2012	326			561	561
TOPLAM	105	369	87	561		
I ₄	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382			18	356
	08.05.2012	364	32		24	374
	20.05.2012	372	30	46	84	398
	18.06.2012	364	0		29	482
	05.07.2012	335			511	511
TOPLAM	96	369	46	511		
I ₅	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382			18	356
	08.05.2012	364	32		24	374
	20.05.2012	372	30	11	56	398
	18.06.2012	357	0		22	454
	05.07.2012	335			476	476
TOPLAM	96	369	11	476		

Ek Çizelge 7. Bitki su tüketimi hesapları (000, mm 120 cm⁻¹)

Sulama düzeyi	Tarih	Başlangıç Nemi	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Periyodik ET	Birikimli ET
2009/2010	27.10.2009	431	76		91	0
	05.12.2009	416	401		366	91
	24.03.2010	451	7		30	457
	03.04.2010	428	1		35	487
	11.04.2010	394	-		6	522
	14.04.2010	388	23		17	528
	23.04.2010	394	-		22	545
	03.05.2010	372	15		30	567
	25.05.2010	357	19		44	597
	17.06.2010	332	41		58	641
	14.07.2010	315			699	699
	TOPLAM	116	583	0	699	
2010/2011	11.10.2010	299	221		151	0
	23.11.2010	369	318		302	151
	24.04.2011	385	4		19	453
	30.04.2011	370	29		31	472
	12.05.2011	368	7		15	503
	16.05.2011	360	6		21	518
	21.05.2011	345	0		20	538
	26.05.2011	325	1		38	558
	05.06.2011	288	46		49	596
	23.06.2011	285	63		53	645
	10.07.2011	295			698	698
TOPLAM	4	694	0	698		
2011/2012	12.10.2011	431	56		103	0
	29.11.2011	384			10	103
	04.12.2011	374	185		111	113
	18.03.2012	448	62		100	224
	17.04.2012	410	4		32	324
	24.04.2012	382			18	356
	08.05.2012	364	32		24	374
	20.05.2012	372	30		45	398
	18.06.2012	357	0		22	443
	05.07.2012	335			465	465
TOPLAM	96	369	0	465		

Ek Çizelge 8. Kolza verim değerleri (kg da⁻¹) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁ (% 100)	517	490	475	454	484
	I ₂ (% 80)	452	615	327	377	443
	I ₃ (% 60)	511	546	346	337	435
	I ₄ (% 50)	430	533	376	349	422
	I ₅ (% 20)	454	423	370	458	426
I00	I ₁	389	244	495	462	398
	I ₂	366	370	385	407	382
	I ₃	402	334	332	348	354
	I ₄	299	351	290	518	365
	I ₅	334	421	325	359	360
OIO	I ₁	510	474	353	488	456
	I ₂	461	470	327	344	401
	I ₃	467	415	355	371	402
	I ₄	462	439	419	274	399
	I ₅	324	347	334	320	331
OOI	I ₁	561	548	295	413	454
	I ₂	568	454	298	342	416
	I ₃	440	512	266	247	366
	I ₄	349	330	307	346	333
	I ₅	353	408	300	320	345

Ek Çizelge 8. (Devam) Kolza verim değerleri (kg da⁻¹) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁ (% 100)	499	529	438	496	491
	I ₂ (% 80)	494	524	361	447	457
	I ₃ (% 60)	428	513	353	489	446
	I ₄ (% 50)	430	398	388	381	399
	I ₅ (% 20)	397	465	345	332	385
I00	I ₁	309	453	364	537	416
	I ₂	287	455	332	419	373
	I ₃	263	558	271	331	356
	I ₄	252	473	194	339	315
	I ₅	248	415	143	172	245
OIO	I ₁	450	410	490	532	471
	I ₂	345	366	380	352	361
	I ₃	308	266	300	357	308
	I ₄	255	251	246	268	255
	I ₅	227	239	235	243	236
OOI	I ₁	496	425	420	468	452
	I ₂	433	528	416	423	450
	I ₃	473	443	421	456	448
	I ₄	420	398	384	409	403
	I ₅	302	400	400	390	373

Ek Çizelge 8. (Devam) Kolza verim değerleri (kg da⁻¹) (2012)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁ (%100)	529	531	358	491	477
	I ₂ (%80)	473	570	344	412	450
	I ₃ (%60)	470	538	225	413	412
	I ₄ (%50)	426	444	308	345	381
	I ₅ (%20)	430	466	282	280	365
OIO	I ₁	410	464	359	513	437
	I ₂	374	463	330	382	387
	I ₃	365	487	313	351	379
	I ₄	357	456	307	307	357
	I ₅	286	381	239	246	288
OOI	I ₁	501	491	357	433	446
	I ₂	508	458	380	425	443
	I ₃	457	528	344	352	420
	I ₄	385	414	346	393	385
	I ₅	374	404	350	405	383

Ek Çizelge 9. Kolza 1000 dane ağırlıkları (g) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁ (%100)	4,52	4,58	4,28	4,17	4,39
	I ₂ (%80)	4,18	4,12	4,32	4,50	4,28
	I ₃ (%60)	4,32	4,35	4,30	4,38	4,34
	I ₄ (%50)	4,00	3,93	4,22	4,07	4,06
	I ₅ (%20)	4,00	3,87	4,13	3,63	3,91
IOO	I ₁	3,53	3,70	3,35	3,75	3,58
	I ₂	3,98	3,32	3,55	3,95	3,70
	I ₃	3,88	3,27	3,98	3,77	3,73
	I ₄	3,57	3,65	3,53	4,12	3,72
	I ₅	3,70	3,82	3,50	3,48	3,63
OIO	I ₁	3,88	3,78	3,75	4,12	3,88
	I ₂	3,70	3,63	3,78	3,57	3,67
	I ₃	3,70	3,75	4,22	3,93	3,90
	I ₄	3,93	3,43	3,43	3,80	3,65
	I ₅	3,53	3,83	-	-	3,68
OOI	I ₁	4,08	3,88	3,78	3,80	3,89
	I ₂	3,87	4,00	3,53	4,65	4,01
	I ₃	4,07	3,73	4,22	4,10	4,03
	I ₄	3,52	3,73	4,02	3,40	3,67
	I ₅	3,52	3,72	-	-	3,62
Susuz						3,73

Ek Çizelge 9. (Devam) Kolza 1000 dane ağırlıkları (g) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁ (%100)	3,76	3,36	3,84	3,81	3,69
	I ₂ (%80)	3,84	3,46	3,81	3,80	3,73
	I ₃ (%60)	3,68	3,36	3,76	3,97	3,69
	I ₄ (%50)	3,81	3,44	3,80	3,82	3,72
	I ₅ (%20)	3,79	3,42	3,75	3,83	3,70
IOO	I ₁	3,75	3,42	3,67	3,36	3,55
	I ₂	3,75	3,46	3,65	3,36	3,56
	I ₃	3,82	3,46	3,73	3,42	3,61
	I ₄	3,75	3,46	3,66	3,36	3,56
	I ₅	3,78	3,42	3,81	3,46	3,62
OIO	I ₁	3,76	3,44	3,74	3,42	3,59
	I ₂	3,80	3,46	3,81	3,44	3,63
	I ₃	3,78	3,42	3,78	3,44	3,61
	I ₄	3,79	3,44	3,75	3,42	3,60
	I ₅	3,72	3,42	3,73	3,46	3,58
OOI	I ₁	3,73	3,46	3,67	3,73	3,65
	I ₂	3,80	3,46	3,83	3,81	3,73
	I ₃	3,86	3,46	3,73	3,75	3,70
	I ₄	3,84	3,46	3,86	3,83	3,75
	I ₅	3,80	3,46	3,83	3,79	3,72
Susuz					3,65	

Ek Çizelge 9. (Devam) Kolza 1000 dane ağırlıkları (g) (2012)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁ (%100)	4,1	4,0	4,1	4,2	4,1
	I ₂ (%80)	4,0	3,9	4,1	4,2	4,1
	I ₃ (%60)	4,2	4,3	4,0	4,2	4,2
	I ₄ (%50)	4,1	4,1	4,0	4,1	4,1
	I ₅ (%20)	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
OIO	I ₁	4,1	4,2	3,9	3,9	4,0
	I ₂	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
	I ₃	4,1	4,2	4,0	3,4	3,9
	I ₄	3,9	3,8	3,9	3,9	3,9
	I ₅	4,1	4,2	3,9	3,9	4,0
OOI	I ₁	4,1	4,2	3,9	4,2	4,1
	I ₂	3,9	4,0	3,8	4,0	3,9
	I ₃	4,2	3,7	4,6	3,7	4,0
	I ₄	4,0	3,8	4,1	4,1	4,0
	I ₅	4,4	4,0	4,8	3,9	4,3
Susuz					3,9	

Ek Çizelge 10. Kuru madde içeriği(%) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	89	90	90	90	90
	I ₂	89	90	91	91	90
	I ₃	89	90	90	89	90
	I ₄	90	91	90	90	90
	I ₅	91	91	91	91	91
IOO	I ₁	88	91	92	87	90
	I ₂	88	91	91	88	90
	I ₃	90	91	92	91	91
	I ₄	90	92	92	91	91
	I ₅	92	92	90	86	90
OIO	I ₁	90	90	90	91	90
	I ₂	90	89	91	91	90
	I ₃	94	90	90	90	91
	I ₄	91	90	91	92	91
	I ₅	91	89	91	90	90
OOI	I ₁	91	91	90	91	91
	I ₂	91	91	90	90	91
	I ₃	90	92	95	91	92
	I ₄	92	93	92	91	92
	I ₅	91	91	91	92	91
000		93	90	93	88	91

Ek Çizelge 10. (Devam) Kuru madde içeriği (%) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	92	93	92	90	92
	I ₂	91	93	92	91	92
	I ₃	92	92	93	90	92
	I ₄	92	93	92	92	92
	I ₅	93	92	92	93	93
IOO	I ₁	88	91	87	92	90
	I ₂	88	91	87	91	89
	I ₃	90	92	91	92	91
	I ₄	90	92	91	92	91
	I ₅	92	89	86	90	89
OIO	I ₁	91	91	93	90	91
	I ₂	91	92	93	92	92
	I ₃	91	96	92	92	93
	I ₄	92	92	94	92	93
	I ₅	91	92	92	92	92
OOI	I ₁	88	90	90	90	90
	I ₂	89	90	91	91	90
	I ₃	89	90	89	90	90
	I ₄	90	91	90	89	90
	I ₅	91	91	90	91	91
000		91	91	90	91	91

Ek Çizelge 11. Protein oranı (%) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				Ortalama
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	
III	I ₁	23	23	23	22	23
	I ₂	23	23	23	22	23
	I ₃	23	22	23	23	23
	I ₄	23	22	23	23	23
	I ₅	23	23	22	23	23
I00	I ₁	20	20	20	20	20
	I ₂	20	20	20	19	20
	I ₃	19	20	18	20	19
	I ₄	19	19	19	20	19
	I ₅	20	18	19	20	19
OIO	I ₁	29	30	29	28	29
	I ₂	27	29	28	27	28
	I ₃	25	27	28	30	28
	I ₄	30	27	27	30	29
	I ₅	31	29	29	27	29
00I	I ₁	20	22	22	20	21
	I ₂	22	21	21	22	22
	I ₃	21	22	22	22	22
	I ₄	21	21	21	22	21
	I ₅	22	21	22	22	22
000		19	19	20	18	19

Ek Çizelge 11. Protein oranı (%) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				Ortalama
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	
III	I ₁	24	23	22	23	23
	I ₂	23	24	23	23	23
	I ₃	24	23	23	24	24
	I ₄	24	24	22	24	24
	I ₅	23	23	23	23	23
I00	I ₁	22	22	21	21	22
	I ₂	22	21	20	22	21
	I ₃	20	22	22	21	21
	I ₄	21	21	20	21	21
	I ₅	23	20	22	22	22
OIO	I ₁	24	25	24	25	25
	I ₂	25	25	25	24	25
	I ₃	24	25	25	25	25
	I ₄	26	24	26	26	25
	I ₅	25	24	25	25	25
00I	I ₁	22	22	21	22	22
	I ₂	22	21	21	21	21
	I ₃	21	21	22	22	22
	I ₄	20	22	22	22	22
	I ₅	22	21	21	21	21
000		22	22	22	21	22

Ek Çizelge 12. Yağ Oranları (%) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	38	39	38	38	38
	I ₂	38	38	38	38	38
	I ₃	38	38	36	38	37
	I ₄	36	37	35	35	36
	I ₅	39	37	37	36	37
I00	I ₁	36	36	38	39	37
	I ₂	37	37	39	40	38
	I ₃	37	37	39	40	38
	I ₄	38	39	39	40	39
	I ₅	38	38	38	39	38
OIO	I ₁	40	40	39	40	40
	I ₂	39	39	39	38	39
	I ₃	39	39	38	39	39
	I ₄	40	40	39	38	39
	I ₅	39	39	39	39	39
00I	I ₁	40	43	41	42	42
	I ₂	41	41	40	42	41
	I ₃	41	42	40	42	41
	I ₄	37	41	38	40	39
	I ₅	39	39	38	39	39
000				38	39	39

Ek Çizelge 12. (Devam) Yağ Oranları (%) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	37	38	38	37	38
	I ₂	36	36	38	37	37
	I ₃	38	37	37	38	38
	I ₄	39	38	38	39	39
	I ₅	39	38	37	38	38
I00	I ₁	38	37	37	38	38
	I ₂	39	39	38	37	38
	I ₃	38	37	39	39	38
	I ₄	38	37	37	38	38
	I ₅	39	38	37	38	38
OIO	I ₁	39	37	40	38	39
	I ₂	38	38	38	37	38
	I ₃	39	39	39	39	39
	I ₄	37	37	36	38	37
	I ₅	38	38	38	39	38
00I	I ₁	38	40	37	38	38
	I ₂	37	38	39	39	38
	I ₃	37	37	38	38	38
	I ₄	38	37	39	38	38
	I ₅	39	39	39	38	39
000				38	39	39

Ek Çizelge 12. (Devam) Yağ Oranları (%) (2012)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	38	39	39	38	39
	I ₂	38	37	37	37	37
	I ₃	37	38	38	39	38
	I ₄	38	38	38	38	38
	I ₅	38	38	38	38	38
OIO	I ₁	39	38	37	38	38
	I ₂	37	37	37	37	37
	I ₃	36	38	38	37	37
	I ₄	37	38	39	37	38
	I ₅	38	38	38	38	38
OOI	I ₁	38	37	37	38	38
	I ₂	37	38	38	38	38
	I ₃	40	39	38	39	39
	I ₄	39	38	39	38	39
	I ₅	38	39	41	38	39
000				38	38	38

Ek Çizelge 13. Oleik asit (%) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	63	61	62	62	62
	I ₂	62	62	62	62	62
	I ₃	62	62	62	62	62
	I ₄	61	60	61	61	61
	I ₅	62	61	62	62	62
IOO	I ₁	62	64	63	63	63
	I ₂	62	64	63	63	63
	I ₃	62	64	63	63	63
	I ₄	60	62	61	61	61
	I ₅	63	63	63	63	63
OIO	I ₁	64	63	64	63	64
	I ₂	63	63	63	63	63
	I ₃	64	64	64	64	64
	I ₄	64	64	64	64	64
	I ₅	63	63	63	63	63
OOI	I ₁	63	62	63	62	63
	I ₂	63	63	63	63	63
	I ₃	62	63	63	63	63
	I ₄	63	63	63	63	63
	I ₅	62	63	63	62	63
000				62	61	62

Ek Çizelge 13. (Devam) Oleik asit (%) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	61	60	60	61	61
	I ₂	61	62	62	61	61
	I ₃	62	61	61	61	61
	I ₄	62	61	62	60	61
	I ₅	62	60	62	62	62
I00	I ₁	60	61	62	61	61
	I ₂	60	60	61	62	61
	I ₃	61	61	61	61	61
	I ₄	61	61	60	61	61
	I ₅	62	62	61	61	61
0I0	I ₁	61	61	61	62	61
	I ₂	60	61	63	62	62
	I ₃	60	61	63	62	61
	I ₄	61	61	61	62	61
	I ₅	63	62	61	61	62
00I	I ₁	63	62	61	61	61
	I ₂	60	61	63	61	61
	I ₃	63	63	63	62	63
	I ₄	63	62	63	61	62
	I ₅	63	63	63	62	63
000				61	62	62

Ek Çizelge 13. (Devam) Oleik asit (%) (2012)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	64	64	63	64	64
	I ₂	64	64	65	63	64
	I ₃	65	64	64	64	64
	I ₄	64	63	64	63	63
	I ₅	65	64	65	63	64
0I0	I ₁	64	64	63	65	64
	I ₂	62	63	63	63	63
	I ₃	65	64	65	64	64
	I ₄	63	63	62	63	63
	I ₅	63	64	63	63	63
00I	I ₁	63	63	63	63	63
	I ₂	63	63	64	64	64
	I ₃	63	64	63	63	63
	I ₄	62	63	63	62	63
	I ₅	64	63	63	64	63
000				64	63	64

Ek Çizelge 14. Linoleik asit (%) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	21	22	20	21	21
	I ₂	21	22	21	22	21
	I ₃	21	22	21	21	21
	I ₄	22	21	21	21	21
	I ₅	22	21	21	22	22
IOO	I ₁	21	21	21	21	21
	I ₂	21	21	21	20	21
	I ₃	21	21	21	21	21
	I ₄	22	21	21	21	21
	I ₅	20	21	20	21	21
OIO	I ₁	21	22	21	22	21
	I ₂	22	21	21	22	22
	I ₃	22	23	22	22	22
	I ₄	22	23	22	22	22
	I ₅	23	22	23	22	22
OOI	I ₁	22	22	22	22	22
	I ₂	21	22	21	21	21
	I ₃	21	22	22	21	22
	I ₄	21	22	21	21	21
	I ₅	21	22	22	21	22
000			22		21	22

Ek Çizelge 14. (Devam) Linoleik asit (%) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	21	22	22	21	21
	I ₂	21	22	21	21	21
	I ₃	21	22	23	22	22
	I ₄	22	21	23	22	22
	I ₅	22	21	22	23	22
IOO	I ₁	21	21	22	22	22
	I ₂	21	21	22	21	21
	I ₃	21	21	22	22	21
	I ₄	22	21	22	21	21
	I ₅	20	21	22	22	22
OIO	I ₁	21	22	20	21	21
	I ₂	22	22	21	22	22
	I ₃	22	22	21	21	21
	I ₄	22	22	21	21	21
	I ₅	23	22	21	22	22
OOI	I ₁	22	22	21	21	21
	I ₂	21	21	21	20	21
	I ₃	21	21	21	21	21
	I ₄	21	21	21	21	21
	I ₅	21	21	20	21	21
000			21		22	22

Ek Çizelge 14. (Devam) Linoleik asit (%) (2012)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	21	22	21	22	22
	I ₂	21	22	21	22	22
	I ₃	21	22	21	22	21
	I ₄	22	21	22	21	22
	I ₅	22	21	22	21	21
OIO	I ₁	21	21	22	21	21
	I ₂	21	21	21	21	21
	I ₃	21	21	23	22	22
	I ₄	21	21	23	22	22
	I ₅	21	20	22	23	21
OOI	I ₁	22	21	22	22	22
	I ₂	21	21	22	21	21
	I ₃	23	22	22	22	22
	I ₄	23	22	22	21	22
	I ₅	22	23	22	22	22
000			22		22	22

Ek Çizelge 15. Erusik asit (%) (2010)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	I ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₃	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
	I ₄	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3
	I ₅	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
IOO	I ₁	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2
	I ₂	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5
	I ₃	0,9	0,4	0,7	0,5	0,5
	I ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
OIO	I ₁	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₄	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
OOI	I ₁	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
000			0,1		0,1	0,1

Ek Çizelge 15. (Devam) Erusik asit (%) (2011)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₄	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₅	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
IOO	I ₁	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
	I ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	I ₃	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
	I ₄	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
	I ₅	0,8	0,1	0,2	0,1	0,3
OIO	I ₁	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₂	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
	I ₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₄	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
OOI	I ₁	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₃	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
	I ₄	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
	I ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
000				0,1	0,1	0,1

Ek Çizelge 15. (Devam) Erusik asit (%) (2012)

Sulama konusu	Sulama düzeyi	Bloklar				
		K ₁	K ₂	G ₁	G ₂	Ortalama
III	I ₁	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
	I ₂	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
	I ₃	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
	I ₄	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
OIO	I ₁	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
	I ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₃	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
	I ₄	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
	I ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
OOI	I ₁	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
	I ₂	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
	I ₃	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
	I ₄	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1
	I ₅	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
000		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Ek Çizelge 16. Verim interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010 yılı	
Yön*Sulama konusu	Ortalamalar
1*1	466,58 a
1*2	344,83 de
1*3	416,42 bc
1*4	429,25 ab
2*1	374,75 d
2*2	379,08 cd
2*3	351,08 de
2*4	313,50 e
S _x :	
Yön*Sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	466,63 a
1*2	469,50 a
1*3	453,38 a
1*4	399,13 bc
1*5	383,00 cd
1*6	314,00
2*1	429,38 ab
2*2	350,88 de
2*3	325,25 e
2*4	359,88 cde
2*5	348,25 de
2*6	314,00 e
S _x :	
Yön*Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1*1	503,50 abc
1*1*2	533,50 ab
1*1*3	528,50 ab
1*1*4	481, 50 abcde
1*1*5	438,50 abcdefghi
1*1*6	314,00 jk
1*2*1	316,50 ijk
1*2*2	368,00 efghijk
1*2*3	368,00 efghijk
1*2*4	325,00 hijk
1*2*5	377,50 defghijk
1*2*6	314,00 jk
1*3*1	492,00 abcd
1*3*2	465,50 abcdef
1*3*3	441,00 abcdefgh
1*3*4	450,50 abcdefg
1*3*5	335,50 ghijk
1*3*6	314,00 jk
1*4*1	554,50 a
1*4*2	511,000 abc
1*4*3	476,00 abcde
1*4*4	339,50 ghijk
1*4*5	380,50 defghij
1*4*6	314,00 jk

Ek Çizelge 16. (Devam) Verim interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010 yılı	
Yön*Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
2*1*1	464,50 abcdef
2*1*2	352,00 fghijk
2*1*3	341,50 ghijk
2*1*4	362,50 efghijk
2*1*5	414,00 bcdefghij
2*1*6	314,00 jk
2*2*1	478,00 abcde
2*2*2	396,00 cdefghij
2*2*3	340,00 ghijk
2*2*4	404,00 cdefghij
2*2*5	342,00 ghijk
2*2*6	314,00 jk
2*3*1	420,00 bcdefghij
2*3*2	335,50 ghijk
2*3*3	363,00 efghijk
2*3*4	346,50 fghijk
2*3*5	327,00 hijk
2*3*6	314,00 jk
2*4*1	354,00 fghijk
2*4*2	320,00 hijk
2*4*3	256,50 k
2*4*4	326,50 hijk
2*4*5	310,00 jk
2*4*6	314,00 jk
S _x : 34,99	

Ek Çizelge 16. (Devam) Verim interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2011 yılı	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	490,50 a
1*2	456,50 abc
1*3	445,75 abcd
1*4	399,25 cdef
1*5	384,75 def
1*6	337,00 fg
2*1	415,75 bcde
2*2	373,25 efg
2*3	355,75 efg
2*4	314,00 gh
2*5	244,50 ı
2*6	337,00 fg
3*1	470,50 ab
3*2	360,75 efg
3*3	307,75 gh
3*4	255,00 hı
3*5	236,00 ı
3*6	337,00 fg
4*1	452,25 abc
4*2	450,00 abcd
4*3	448,25 abcd
4*4	402,75 cdef
4*5	373,00 efg
4*6	337,00 fg
S _x :20,33	
2012 yılı	
Yön*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	487,67 a
1*2	474,33 a
1*3	474,17 a
1*4	413,67 bc
1*5	390,17 bcd
1*6	357,00 de
2*1	418,50 b
2*2	378,83 cd
2*3	333,00 ef
2*4	334,33 ef
2*5	302,00 f
2*6	353,67 de
S _x :12,43	

Ek Çizelge 17. Kuru madde interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010 yılı	
Yön*sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1*1	89,5 de
1*1*2	89,5 de
1*1*3	89,5 de
1*1*4	90,5 bcd
1*1*5	91,0 abcd
1*1*6	91,0 abcd
1*2*1	89,5 de
1*2*2	89,5 de
1*2*3	91,0 abcd
1*2*4	92,0 abc
1*2*5	91,0 abcd
1*2*6	90,0 cde
1*3*1	89,5 de
1*3*2	92,0 abc
1*3*3	90,5 bcd
1*3*4	90,0 cde
1*3*5	91,0 abcd
1*3*6	91,0 abcd
1*4*1	91,0 abcd
1*4*2	91,0 abcd
1*4*3	92,5 ab
1*4*4	91,0 abcd
1*4*5	91,0 abcd
1*4*6	90,0 cde
2*1*1	91,0 abcd
2*1*2	89,5 de
2*1*3	90,0 cde
2*1*4	91,0 abcd
2*1*5	91,0 abcd
2*1*6	89,5 de
2*2*1	89,5 de
2*2*2	91,5 abcd
2*2*3	91,5 abcd
2*2*4	88,0 e
2*2*5	91,0 abcd
2*2*6	90,5 bcd
2*3*1	91,0 abcd
2*3*2	90,0 cde
2*3*3	91,5 abcd
2*3*4	90,5 bcd
2*3*5	91,0 abcd
2*3*6	90,5 bcd
2*4*1	90,0 cde
2*4*2	93,0 a
2*4*3	91,5 abcd
2*4*4	91,5 abcd
2*4*5	91,0 abcd
2*4*6	91,0 abcd
S _x : 0,64	

Ek Çizelge 17. (Devam) Kuru madde interaksyonlarına ilişkin duncan grupları

2011 yılı	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	89,5 e
1*2	90,3 de
1*3	89,5 e
1*4	90,0 de
1*5	90,75 cde
1*6	91,0 cde
2*1	89,5 e
2*2	89,3 e
2*3	91,3 cde
2*4	91,3 cde
2*5	89,3 e
2*6	91,0 cde
3*1	91,3 cde
3*2	92,0 bcd
3*3	92,3 abc
3*4	92,5 abc
3*5	91,75 bcd
3*6	91,0 cde
4*1	92,75 abc
4*2	92,75 abc
4*3	92,75 abc
4*4	94,5 a
4*5	93,5 ab
4*6	91,0 cde
S _x : 0,63	

Ek Çizelge 18. Protein interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	23,00 d
1*2	23,00 d
1*3	22,75 de
1*4	22,75 de
1*5	22,50 def
1*6	19,00 ı
2*1	20,00 h
2*2	20,00 h
2*3	18,75 ı
2*4	19,00 hı
2*5	19,00 hı
2*6	19,00 hı
3*1	29,25 a
3*2	28,00 b
3*3	27,00 c
3*4	27,75 bc
3*5	29,50 a
3*6	19,00 hı
4*1	21,50 fg
4*2	21,25 g
4*3	21,75 efg
4*4	21,00 g
4*5	21,75 efg
4*6	19,00 hı
Sx: 0,330	

Ek Çizelge 18. (Devam) Protein oranı interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2011	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	23,00 cd
1*2	23,25 c
1*3	23,50 bc
1*4	23,50 bc
1*5	23,00 cd
1*6	21,75 e
2*1	21,50 e
2*2	21,25 e
2*3	21,25 e
2*4	20,75 e
2*5	21,75 e
2*6	21,75 e
3*1	24,50 ab
3*2	24,75 a
3*3	24,75 a
3*4	25,50 a
3*5	24,75 a
3*6	21,75 e
4*1	21,75 e
4*2	21,25 e
4*3	21,50 e
4*4	21,50 e
4*5	21,25 e
4*6	21,75 de
Sx: 0,379	

Ek Çizelge 19. Yağ oranı interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010	
Yön*Sulama konusu	Ortalamalar
1*1	30,00 bc
1*2	37,58 c
1*3	39,33 ab
1*4	40,17 a
2*1	37,25 c
2*2	39,08 ab
2*3	39,83 a
2*4	40,00 a
Sx: 0,315	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	38,25 cde
1*2	38,00 de
1*3	37,50 e
1*4	35,75 f
1*5	37,25 e
1*6	39,00 bcd
2*1	37,25 e
2*2	38,25 cde
2*3	38,25 cde
2*4	39,00 bcd
2*5	38,25 cde
2*6	39,00 bcd
3*1	39,75 b
3*2	38,75 bcd
3*3	38,75 bcd
3*4	39,25 bc
3*5	39,00 bcd
3*6	39,00 bcd
4*1	41,50 a
4*2	41,00 a
4*3	41,25 a
4*4	39,00 bcd
4*5	38,75 bcd
4*6	39,00 bcd
Sx: 0,331	

Ek Çizelge 19. (Devam) Yağ oranı interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2011	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	37,50 cde
1*2	36,75 e
1*3	37,50 cde
1*4	38,50 abc
1*5	38,00 abcd
1*6	39,00 a
2*1	37,50 cde
2*2	38,25 abc
2*3	38,25 abc
2*4	37,50 cde
2*5	38,00 abcd
2*6	39,00 a
3*1	38,50 abc
3*2	37,75 bcde
3*3	39,00 a
3*4	37,00 de
3*5	38,25 abc
3*6	39,00 a
4*1	38,25 abc
4*2	38,25 abc
4*3	37,50 cde
4*4	38,00 abcd
4*5	38,75 ab
4*6	39,00 a
Sx: 0,327	
Yön*sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1*1	37,50 abc
1*1*2	36,00 c
1*1*3	37,50 abc
1*1*4	38,50 ab
1*1*5	38,50 ab
1*1*6	39,00 a
1*2*1	37,50 abc
1*2*2	39,00a
1*2*3	37,50 abc
1*2*4	37,50 abc
1*2*5	38,50 ab
1*2*6	39,00 a
1*3*1	38,00 ab
1*3*2	38,00 ab
1*3*3	39,00 a
1*3*4	37,00 bc
1*3*5	38,00 ab
1*3*6	39,00 a
1*4*1	39,00 a
1*4*2	37,50 abc
1*4*3	37,00 bc
1*4*4	37,50 abc
1*4*5	39,00 a
1*4*6	39,00 a

Ek Çizelge 19. (Devam) Yağ oranı interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2011	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
2*1*1	37,50 abc
2*1*2	37,50 abc
2*1*3	37,50 abc
2*1*4	38,50 ab
2*1*5	37,50 abc
2*1*6	39,00 a
2*2*1	37,50 abc
2*2*2	37,50 abc
2*2*3	39,00 a
2*2*4	37,50 abc
2*2*5	37,50 abc
2*2*6	39,00 a
2*3*1	39,00 a
2*3*2	37,50 abc
2*3*3	39,00 a
2*3*4	37,00 bc
2*3*5	38,50 ab
2*3*6	39,00 a
2*4*1	37,50 abc
2*4*2	39,00 a
2*4*3	38,00 ab
2*4*4	38,50 ab
2*4*5	38,50 ab
2*4*6	39,00 a
Sx: 0,463	

Ek Çizelge 20. Oleik asit interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010 yılı	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	62,00 de
1*2	62,00 de
1*3	62,00 de
1*4	60,75 f
1*5	61,75 e
1*6	62,00 de
2*1	63,00 bc
2*2	63,00 bc
2*3	63,00 bc
2*4	61,00 f
2*5	63,00 bc
2*6	62,00 de
3*1	63,00 bc
3*2	63,50 ab
3*3	64,00 a
3*4	64,00 a
3*5	63,00 bc
3*6	62,00 de
4*1	62,50 cd
4*2	63,00 bc
4*3	62,75 c
4*4	63,00 bc
4*5	62,50 cd
4*6	62,00 de
S _x : 0,21	
2011 yılı	
Yön*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	61,13 cd
1*2	60,63 d
1*3	61,50 abc
1*4	62,13 a
1*5	62,00 a
1*6	61,13 cd
2*1	61,88 ab
2*2	61,75 abc
2*3	61,25 bcd
2*4	61,63 abc
2*5	62,00 a
2*6	61,50 abc
S _x : 0,21	

Ek Çizelge 20. (Devam) Oleik asit interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2011 yılı	
Yön*sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1*1	60,50 de
1*1*2	61,50 bcd
1*1*3	61,50 bcd
1*1*4	61,50 bcd
1*1*5	61,00 cde
1*1*6	62,00 abc
1*2*1	60,50 de
1*2*2	60,00 e
1*2*3	61,00 cde
1*2*4	61,00 cde
1*2*5	62,00 abc
1*2*6	62,00 abc
1*3*1	61,00 cde
1*3*2	60,50 de
1*3*3	60,50 de
1*3*4	61,00 cde
1*3*5	62,50 ab
1*3*6	62,00 abc
1*4*1	62,50 ab
1*4*2	60,50 de
1*4*3	63,00 a
1*4*4	62,50 ab
1*4*5	63,00 a
1*4*6	62,00 abc
2*1*1	60,50 de
2*1*2	61,50 bcd
2*1*3	61,00 cde
2*1*4	61,00 cde
2*1*5	62,00 abc
2*1*6	62,00 abc
2*2*1	61,50 bcd
2*2*2	61,50 bcd
2*2*3	61,00 cde
2*2*4	60,50 de
2*2*5	61,00 cde
2*2*6	62,00 abc
2*3*1	61,50 bcd
2*3*2	62,50 ab
2*3*3	62,50 ab
2*3*4	61,50 bcd
2*3*5	61,00 cde
2*3*6	62,00 abc
2*4*1	61,00 cde
2*4*2	62,00 abc
2*4*3	62,50 ab
2*4*4	62,00 abc
2*4*5	62,50 ab
2*4*6	62,00 abc
S _x : 0,42	

Ek Çizelge 20. (Devam) Oleik asit interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2012 yılı	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	63,75 abcd
1*2	64,00 abc
1*3	64,25 ab
1*4	63,50 bcde
1*5	64,25 ab
1*6	63,00 cde
2*1	64,00 abc
2*2	62,75 de
2*3	64,50 a
2*4	62,75 de
2*5	63,25 bcde
2*6	63,00 cde
3*1	63,00 cde
3*2	63,50 abcde
3*3	63,25 bcde
3*4	62,50 e
3*5	63,50 abcde
3*6	63,00 cde
S _x : 0,30	

Ek Çizelge 21. Erusik asit interaksiyonlarına ilişkin duncan grupları

2010	
Sulama konusu*sulama düzeyi	Ortalamalar
1*1	0,18 bc
1*2	0,10 cd
1*3	0,15 bc
1*4	0,23 b
1*5	0,18 bc
1*6	0,10 cd
2*1	0,25 b
2*2	0,55 a
2*3	0,63 a
2*4	0,10 cd
2*5	0,18 bc
2*6	0,10 cd
3*1	0,10 cd
3*2	0,00 d
3*3	0,10 cd
3*4	0,00 d
3*5	0,10 cd
3*6	0,10 cd
4*1	0,10 cd
4*2	0,10 cd
4*3	0,10 cd
4*4	0,10 cd
4*5	0,10 cd
4*6	0,10 cd
S _x : 3,53	

ÖZGEÇMİŞ

İstanbul - Fatih ilçesinde, 1978 yılında doğdu. Orta öğrenimini ve liseyi Tekirdağ Namık Kemal Lisesi' nde tamamladı. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde, 1996 yılında, Lisans eğitimine başladı, 2000 yılında mezun oldu. Aynı yıl Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimine 2002 - 2005 yılları arasında ara verdikten sonra, 2006 yılında yüksek lisansını bitirdi. 2007 yılı Ocak ayında Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında doktora eğitimine başladı. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Anabilim Dalında asistanlık kadrosuna atandı.