

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**Pınar BAHÇECİ**

**HARRAN OVASI KOŞULLARINDA KIŞLIK KANOLADA (*BRASSICA  
NAPUS* SSP. *OLEIFERA*) FARKLI SU DÜZEYLERİNİN VE SULAMA  
ZAMANLARININ VERİM VE VERİM BİLEŞENLERİNE ETKİSİ**

**TARIMSAL YAPILAR SULAMA ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2012**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARRAN OVASI KOŞULLARINDA KIŞLIK KANOLADA (*BRASSICA  
NAPUS SSP. OLEIFERA*) FARKLI SU DÜZEYLERİNİN VE SULAMA  
ZAMANLARININ VERİM VE VERİM BİLEŞENLERİNE ETKİSİ**

**Pınar BAHÇECİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIMSAL YAPILAR SULAMA ANABİLİM DALI**

Bu Tez / /2012 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Doç.Dr. Mustafa ÜNLÜ  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. Rıza KANBER  
ÜYE

.....  
Prof. Dr. Menşure ÖZGÜVEN  
ÜYE

.....  
Prof. Dr. Öner ÇETİN  
ÜYE

.....  
Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
**Kod No:**

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL  
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.  
**Proje No:**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların  
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere  
tabidir.

## ÖZ

### DOKTORA TEZİ

**HARRAN OVASI KOŞULLARINDA KIŞLIK KANOLADA (*BRASSICA NAPUS* SSP. *OLEIFERA*) FARKLI SU DÜZEYLERİNİN VE SULAMA ZAMANLARININ VERİM VE VERİM BİLEŞENLERİNE ETKİSİ**

**Pınar BAHÇECİ**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL YAPILAR SULAMA ANA BİLİM DALI**

Danışman : Doç.Dr. Mustafa ÜNLÜ  
Yıl: 2012, Sayfa: 105  
Jüri : Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ  
: Prof. Dr. Rıza KANBER  
: Prof. Dr. Menşure ÖZGÜVEN  
: Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ  
: Prof. Dr. Öner ÇETİN

Bu çalışma Harran ovası koşullarında, kışlık ürün kanolanın yetiştirme mevsimi boyunca farklı dönemlerinde uygulanan farklı düzeylerdeki sulamaların verim, verim bileşenleri, bitki su tüketimi, (ET), verim tepki etkeni (ky) ve su kullanma randımanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Sulama konuları, bitkinin fenolojik gelişme dönemleri göz önüne alınarak düzenlenmiştir. Sulama zamanları, Susuz, Z<sub>1</sub>, dallanma döneminde sulama (1 Su), Z<sub>2</sub>, çiçeklenme öncesi sulama (1 Su), Z<sub>3</sub>, çiçeklenme öncesi sulama + tohum bağlamada sulama (2 Su), ve Z<sub>4</sub>, dallanma+çiçeklenme öncesi+tohum bağlamada sulama (3 Su), sulama düzeyleri ise, belirlenen sulama dönemlerinde tam sulanan (I<sub>100</sub>) konuya verilen suyun %75'i %50'si, %25'inin uygulandığı konular ile susuz şekilde düzenlenmiştir. Her iki deneme yılında 3 defa sulanan konulara toplam 248.2 ve 298.8 mm sulama suyu verilmiştir. Toprak profilindeki eksik nemin tamamının verildiği I<sub>100</sub> konusunun su tüketimi, birinci yılda 552 mm, ikinci yılda ise 755 mm olarak belirlenmiştir. Sulama zamanları ve sayıları, kanolanın tane verimlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Söz konusu deneme konusunda tane verimleri ise sırasıyla 334 ve 366 kg/da; olmuştur. I<sub>100</sub> deneme konusuna göre % 25 su kısıntı uygulanan I<sub>75</sub> konusundan alınan verim istatistiksel olarak I<sub>100</sub> konusundan farklı çıkmamıştır. Bu düzeyden sonra yapılan kısıntılar verimde önemli azalmalara neden olmuştur. Tane verimi ile sulama suyu arasında ikinci dereceden polinomial; su tüketim (ET) miktarları ile doğrusal (%1 önem düzeyinde) ilişkiler bulunmuştur. Çalışmada tüm yetiştirme mevsimi için verim etmeni ortalama (ky) 1.16 olarak saptanmıştır. Konulara göre sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), 3.87–2.43 kg/da/mm; su kullanım randımanı (WUE) ise 0.18 ile 0.59 kg/da/mm arasında değişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kanola, sulama zamanı, verim tepki etkeni, Harran ovası

## ABSTRACT

### PhD THESIS

# EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION TIMES AND LEVELS ON YIELD AND YIELD COMPONENTS WINTER CANOLA (*BRASSICA NAPUS* SSP. *OLEIFERA*) IN HARRAN PLAIN CONDITIONS

Pınar BAHÇECİ

ÇUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF BASIC AND APPLIED SCIENS  
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURE AND IRRIGATION

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ

Year : 2012, Pages: 105

Jury : Assoc. Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ

: Prof.Dr. Rıza KANBER

: Prof.Dr. Menşure ÖZGÜVEN

: Pror. Dr. Bülent ÖZEKİCİ

: Prof. Dr. Öner ÇETİN

This study was carried out to determine the effects of deficit irrigation on grain yield, yield components, ET, crop yield response factor (ky) and water use efficiency (WUE) of canola under Harran plain conditions. Irrigation treatments consist two different components: Irrigation time and irrigation water amount or deficit irrigation. Irrigation time are designed as to different phenological growing periods: Treatment of  $Z_0$  is dry (no irrigation),  $Z_1$  has one irrigation event during the branched out period;  $Z_2$ , one event before flowering period;  $Z_3$  two irrigations before flowering time and on the seed developing period;  $Z_4$ , three irrigations applied at the branched out period, before flowering time and seed developing period. Irrigation amount or deficit irrigation treatments are planned by full irrigation treatment which gets total soil moisture deficit in 120 cm soil profile. Other treatments have received water amonut %75, %50 and %25 of the full irrigation treatment. In the experiment, canola was irrigated 3 times in both two experiments years and a total of 248.2 mm to 298,8 mm or irrigation water were applied to  $I_{100}$  irrigation treatment, in which water use consumptive was determined as 552 mm and 755 mm in 2009 and 2010, respectively. Maximum grain yield were obtained 334 kg/da in the first year and 366 kg/da in the second year. Yield obtained from the  $I_{75}$  treatment was not significantly different from the full irrigation treatment. Beyond the  $I_{75}$  level, deficit water application resulted in significantly yield reduction by affecting both seed mass and other yield components per ear. Second degree polynomial and linear relationships were found between grain yield (Y) and seasonal irrigation water amount (I), and water use (ET), respectively. The yield response factor of winter canola was determined  $ky=1.16$  averagely. Irrigation water use efficiency (IWUE) and water use efficiency ( $WUE_{ET}$ ) were found to be between 7.16–0.72 kg/da/mm and 0.18 ile 0.59 kg/da/mm, respectively.

**Key words:** Canola, irrigation time, yield response factor, Harran plain

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın konusunun seçiminde, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde ve tezin yürütülme ve yazım aşamasındaki katkılarından dolayı danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ ve Prof. Dr. Rıza KANBER'e, tez çalışmasının olgunlaştırılmasındaki katkılarından dolayı tez izleme komitesi ve jüri üyeleri Prof. Dr. Menşure ÖZGÜVEN, Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ ve Prof. Dr. Öner ÇETİN'e teşekkür ederim. Yağ analizlerini yapılmasında yardımcı olan Arş. Görevlisi Servet TEKİN ve laboratuvar elemanlarına ve doktora eğitimi süresince idari işlemlerdeki yardımlarından dolayı Bölüm sekreteri Müslüm KESGİN'ne teşekkür ederim.

Denemelerin yürütülebilmesi için yardımcı olan, deneme yeri tahsis eden Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerine, tarla denemelerinde sulamaların izlenmesi, örnekleme ve ölçüm yapılmasında Harran üniversitesi Ziraat fakültesi Tarımsal Yapılar Sulama Bölümü öğrencilerine ve tez yazımında şekilsel düzeltmelerdeki yardımları için yüksek lisans öğrencisi Ender ŞENER'e teşekkür ederim.

Ayrıca, bana verdikleri destekten dolayı Annem Nazmiye BAHÇECİ, Babam İdris BAHÇECİ ve Kardeşim Barış BAHÇECİ'ye teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VIII
EK ÇİZELGELER LİSTESİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu .....	15
3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri.....	16
3.1.3 Toprak Özellikleri .....	16
3.1.4. Sulama Suyu ve Sulama Sistemi.....	18
3.1.5. Deneme Kullanılan Çeşit.....	19
3.2. Yöntem .....	20
3.2.1. Toprak Hazırlığı .....	20
3.2.2. Gübreleme.....	20
3.2.3. Ekim ve Bitki Gelişimi.....	20
3.2.4. Tarımsal Savaşım .....	22
3.2.5. Deneme Konuları ve Deneme Deseni .....	22
3.2.6. Sulama Suyu ve Süresinin Hesaplanması.....	23
3.2.7. Hasat.....	24
3.2.8. Harman .....	25
3.2.9. Değerlendirme Yöntemleri .....	27
3.2.9.1. Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması.....	27
3.2.9.2. Verim Tepki Etmeninin Hesaplanması.....	27
3.2.9.3. Su Kullanım Randımanı.....	28

3.2.9.4. Bitkisel Ölçümler.....	28
3.2.9.5. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Sulama ve Su Tüketimi .....	31
4.2. Sulamaların Bitki Gelişmesi ve Verimine Etkileri .....	37
4.2.1. Sulama-tane verimi ilişkileri.....	37
4.2.2. Sulamaların Tane Büyüklüğüne Etkisi.....	43
4.2.3. Sulamaların Biyo-Kütle Verimi Üzerine Etkileri .....	46
4.2.4. Sulamaların Bitki Dal Sayısına Etkileri .....	48
4.2.5. Sulama ile Harnup Sayısı İlişkisi .....	50
4.2.6. Sulamaların Bitki Boyları Üzerine Etkileri .....	53
4.2.7. Sulamaların hasat indeksi (HI) üzerine etkileri .....	55
4.2.8. Sulamaların Yağ İçeriğine (Oranına) Etkileri.....	57
4.2.9. Kanolada Tane Verimini Etkileyen Verim Bileşenleri Arasındaki İlişkiler.....	60
4.3. Su - Verim İlişkileri .....	65
4.3.1. Su kullanım Randımanları ve Oransal Yaprak Su İçerikleri .....	65
4.3.2. Suya Bağlı Verim Fonksiyonları.....	70
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	77
5.1. Sonuçlar.....	77
5.2. Öneriler.....	78
KAYNAKLAR.....	81
ÖZGEÇMİŞ .....	87
EKLER.....	88

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 1.1. Dünyada Önemli Kolza Üreticisi Ülkelerin 1990-95 Ve Yılları Arasındaki Üretimleri (1000 Ton), (FAO , 2006).....	2
Çizelge 1.2. Kanola Üretiminde İlk 10 Ülke, (FAO, 2006).....	3
Çizelge 1.3. Ülkemizde Yağlı Tohum Üretimi (Ton) (Anonim, 2010).....	4
Çizelge 3.1. Araştırma Alanına İlişkin İklim Verileri (2008-2009) .....	16
Çizelge 3.2. Deneme Yeri Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	17
Çizelge 3.3. Deneme Yeri Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri .....	17
Çizelge 4.1. Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu (2009) .....	31
Çizelge 4.2. Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu (2010) .....	32
Çizelge 4.3. Deneme Konularına İlişkin ET Değerleri (2009) .....	33
Çizelge 4.4. Deneme Konularına İlişkin ET Değerleri (2010) .....	34
Çizelge 4.5. Kanolanın Yetiştirme Dönemlerine Göre Günlük Bitki Su Tüketimleri .	36
Çizelge 4.6. Deneme Yıllarında Tane Verimlerine İlişkin Varyans Analizi .....	38
Çizelge 4.7. Deneme Konularının Duncan Testi ile Karşılaştırılması.....	39
Çizelge 4.8. Konulardan Elde Edilen Bin Tane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analizi .....	44
Çizelge 4.9. Bin Tane Ağırlığına İlişkin Ortalamaların Duncan Testi ile Karşılaştırılması.....	45
Çizelge 4.10. Deneme Konularının Biyokütle Verimlerine İlişkin Varyans Analizi .	47
Çizelge 4.11. Biyokütle Ortalamalarının Duncan Testi İle Karşılaştırılması .....	47
Çizelge 4.12. Deneme Konularının Yan Dal Sayılarına İlişkin Varyans Analizi .....	49
Çizelge 4.13. Yan Dal Ortalamalarının Duncan Testi İle Karşılaştırılması .....	50
Çizelge 4.14. Deneme Konularının Harnup Sayılarına İlişkin Varyans Analizi .....	51
Çizelge 4.15. Harnup Sayısı Ortalamalarının Duncan Yöntemi İle Karşılaştırılması	52
Çizelge 4.16. Deneme Konularında Bitki Boylarına İlişkin Varyans Analizi .....	54
Çizelge 4.17. Bitki Boy Ortalamalarının Duncan Yöntemi İle Karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.18. Deneme Konularına İlişkin Hasat İndeks Değerleri Varyans Analizi .	56
Çizelge 4.19. Hasat İndeksi Ortalamalarının Duncan Yöntemi ile Karşılaştırması...	56
Çizelge 4.20. Deneme Konularına İlişkin Yağ İçerikleri Varyans Analizi .....	58

Çizelge 4.21. Sulama Zamanı ile Sulama Düzeyi Etkileşimine İlişkin Ortalamaların Duncan Yöntemi ile Karşılaştırılması .....	59
Çizelge 4.22. Kanolanın Verim Bileşenleri Arasındaki Bağdaşım (R) Katsayıları ...	60
Çizelge 4.23. Kanolada Tane Verimi İle Bazı Verim Bileşenleri Arasındaki İlişkiler (2009).....	63
Çizelge 4.24. Deneme Konularına İlişkin Su Kullanım Randımanları (2009) .....	65
Çizelge 4.25. Deneme Konularına İlişkin Su Kullanım Randımanları (2010) .....	67
Çizelge 4.26. Yaprak Oransal Su Kapsamının Su Düzeylerine Göre Değişimi, % ...	69

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 3.1. Deneme yerinin konumu .....	15
Şekil 3.2. Deneme planı .....	19
Şekil 3.3. Kanolada bitki gelişme dönemleri, çıkış, dallanma, çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme, harnupların oluşumu, olgunlaşmasına ilişkin görünümler.....	21
Şekil 3.4. Biçilen kanolaların çuvallar içinde kurutulması.....	25
Şekil 3.5. Hasat ve harman İşlemi .....	26
Şekil 3.6. Hasat edilen kanola tohumları.....	26
Şekil 3.7. Kanolaların çiçeklenme döneminden görünüm .....	29
Şekil 3.8. Olgunlaşma döneminden bir görünüm .....	30
Şekil 4.1. Sulama suyu ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler .....	35
Şekil 4.2. Kanolanın verim bileşenleri arasındaki ilişkiler (2010).....	62
Şekil 4.3. Kanolada tane verimi ve bazı verim bileşenleri arasındaki ilişkiler (2010)	64
Şekil 4.4. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ile sulama suyu miktarları arasındaki ilişkiler.....	68
Şekil 4.5. Sulama düzeyleri oransal su kapsamı ilişkisi .....	69
Şekil 4.6. Kanolada sulama suyu ile tane verimi arasındaki ilişkiler (2009).....	70
Şekil 4.7. Kanolada sulama suyu ile tane verimi arasındaki ilişkiler (2010).....	71
Şekil 4.8. Kanola tane verimi ile su tüketimi (ET) arasındaki ilişki (2009) .....	72
Şekil 4.9. Kanola tane verimi ile su tüketimi (ET) arasındaki ilişki (2010) .....	72
Şekil 4.10. Bitki su tüketimi ve tane verimi arasında ilişkiler .....	73
Şekil 4.11. Yetiştirme dönemleri için verim tepki (ky) etmenleri.....	74
Şekil 4.12. Kanola için ortalama mevsimsel verim tepki etmeni.....	75



**EK ÇİZELGELER LİSTESİ****SAYFA**

Ek Çizelge 1. Deneme Konularından Elde Edilen Tane Verimleri, kg da <sup>-1</sup> .....	90
Ek Çizelge 2. Deneme Konularından Elde Edilen Tane Verimleri, kgda <sup>-1</sup> .....	91
Ek Çizelge 3. Deneme Konularından Elde Edilen Bin Tane Ağırlıkları, g .....	92
Ek Çizelge 4. Deneme Konularından Elde Edilen Bin Tane Ağırlıkları, g .....	93
Ek Çizelge 5. Deneme Konularından Elde Edilen Biyokütle Verimleri, kg da <sup>-1</sup>	94
Ek Çizelge 6. Konularından Elde Edilen Biyokütle Verimleri, kg da <sup>-1</sup> .....	95
Ek Çizelge 7. Konularından Elde Edilen Bitki Başına Dal Sayısı .....	96
Ek Çizelge 8. Konularından Elde Edilen Bitki Başına Dal Sayıları, .....	97
Ek Çizelge 9. Konulardan Elde Edilen Bitki Başına Harnup Sayısı, .....	98
Ek Çizelge 10. Konulardan Elde Edilen Bitki Başına Harnup Sayısı .....	99
Ek Çizelge 11. Deneme Konularına İlişkin Bitki Boy Yükseklikleri .....	100
Ek Çizelge 12. Deneme Konularına İlişkin Bitki Boy Yükseklikleri .....	101
Ek Çizelge 13. Deneme Konularına İlişkin Hasat İndeks (Hİ) Değerleri, % .....	102
Ek Çizelge 14. Deneme Konularına İlişkin Hasat İndeks Değerleri, % .....	103
Ek Çizelge 15. Deneme Konularında Kanola Tohumlarının Yağ Oranları, % .....	104
Ek Çizelge 16. Deneme Konularında Kanola Tohumlarının Yağ Oranları, % .....	105



## 1.GİRİŞ

Kanola, Amerika, Kanada ve Avrupa ülkelerinde yoğun olarak tarımı yapılan, ülkemizin hemen her bölgesinde yetişebilen bir yağ bitkisidir. Ülkemizde, rapiska, rapitsa, kolza isimleriyle de bilinen kanola, kışlık ve yazlık yetişebilmektedir. Tohumu %38-50 yağ ve % 16-24 protein içeren ve geçmişte kolza olarak isimlendirilen çeşitler % 45-50 oranındaki erüsik asit içeriği nedeniyle yemeklik yağ olarak kullanılamıyordu. İslah çalışmaları ile tohumlardaki erüsik asit oranı % 0 düzeyine düşürülmesi sonucu, yeniden üretime başlanmıştır (Algan, 1990; Shahidi, 1990).

Aslında kolza (*Brassica napus ssp Oleifera L.*) yağı, Avrupalılar ve Asyalılar tarafından bundan binlerce yıl önce gaz lambalarında kullanılmıştır. Zaman ilerledikçe, insanlar onu yemek yağı olarak da kullanmaya başladılar. Buhar enerjisinin geliştirilmesi ile kolza yağı buhar makinelerinde, özellikle askeri ve ticari gemilerde kullanılmıştır.

Yenilebilir kolza yağının dünya pazarında kendini gösterdiği ilk tarih, 1956–1957 yıllarına denk düşmektedir. Ancak, bu tarihlerde üretilen kanola içindeki klorofilden kaynaklanan yeşil rengi ve tadı, yüksek orandaki asit miktarı ve fazla tüketildiğinde kansere yol açması gibi kabul edilemeyen özelliklerinden dolayı pek rağbet görmemiştir.

Kolza, 1936 yılından beri Kanada'da özellikle de Saskatchewan'da yetiştirilmektedir. Kanadalı uzmanlar tohum ıslah etme çalışmalarına gereken önemi göstererek, kolzayı ıslah etmeyi başarmışlardır. Kanolanın babası olarak anılan Manitoba Üniversitesi öğretim üyesi Dr. Baldur Stefansson 1968 yılında düşük asit oranına sahip seçici tohumlama yöntemini geliştirmiştir.

Kanada da 1974 yılında, düşük erüsik asit ve glukozinolat içeren başka bir çeşidin üretilmesi başarılı ve Canola olarak adlandırılmıştır (Canola- Can adian Oil Low Acid). Bu tarihten sonra kanola ekimi tüm dünyada hızla yayılmaya başlamıştır. Özellikle Almanya ve Hindistan gibi ülkelerde, kanola ekimi, verimlilikte büyük bir başarı elde ederek bu ülkelerin ekonomilerindeki payını giderek arttırmayı başarmıştır (Anonim, 2006a)

1998 yılı yağlı tohumlu bitkilerin dünyadaki ekim alanı 200 milyon hektar ve tohum üretimleri ise 290 milyon tondur. Bu üretimin %53 ünü soya fasulyesi%13 ünü kolza, %12 sini pamuk tohumu,%10 'u ayçiçeği ,%7 'sini kabuklu yer fıstığı, %5 'ini susam palmiye çekirdeği, keten hintyağı ve Hindistan cevizi oluşturmaktadır. Dünya kolza ekim alanı 24.987 bin hektar, tohum üretimi ise 33 568 bin ton' dur. (Kolsarıcı ve ark., 2000).

Kanola, bitkisel yağ kaynağı olarak yağlı tohumlu bitkiler olan ayçiçeği, soya, pamuk ve yer fıstığı arasında dünyadaki üretimi açısından üçüncü sırayı almaktadır. Dünya'da yıllık üretimi 50 milyon ton civarındadır. En çok kanola üreten ülkeler Çin, Kanada, Hindistan, Avrupa birliği ülkeleri ve Avusturalyadır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Dünyada Önemli Kolza Üreticisi Ülkelerin 1990-95 Yılları Arasındaki Üretimleri (1000 Ton) (FAO , 2006).

Ülkeler	1990	1991	1992	1993	1994	1995
AB Ülkeleri	3 475	3 505	3 805	3 139	3 463	3 965
Kanada	771	888	1 122	1 199	1 343	1 605
ABD	94	31	24	38	293	299
Meksika	81	156	180	201	318	306
Çin	3 376	3 964	4 381	4 443	4 229	4 163
Hindistan	2 306	2 886	3 175	2 898	2 917	2 870
Japonya	1 116	1 114	1 103	1 057	1 071	1 058
Bangladeş	141	158	174	208	207	252
Türkiye	2	1	1	0.09	-	-
Diğer	313	505	580	398	413	479
TOPLAM	12 709	14 035	15 286	14 451	15 180	16 016

Son yıllarda dünya yağlı tohum üretiminde en büyük artış kanola da olmuştur. Dünya bitkisel yağlı tohum üretiminin %10'u ve bitkisel ham yağ üretiminin ise %13.9'u kanola'dan karşılanmaktadır. Ülkemizde ise kanola üretimi son yıllarda

artış göstermeye başlamıştır. Biodizel kullanımının yaygınlaşmaya başlaması ile birlikte, kanola üretimine duyulan ilgi artmaya başlamıştır.

Çizelge 1.2. Kanola Üretiminde İlk 10 Ülke (Anonim, 2006b)

Sıralama	Ülke	Üretim, milyon ton
1	Çin	12.200
2	Kanada	9.000
3	Hindistan	8.131
4	Almanya	5.337
5	Fransa	4.144
6	İngiltere	1.890
7	Polonya	1.652
8	Çek Cumhuriyeti	880
9	İngiltere	633
10	Ukrayna	606

Dünya Kanola üretimi 2006 yılı verilerine göre; 50 milyon tona yükselmiştir. Üretimin büyük bir Çin, Kanada, Hindistan, Almanya, Fransa, İngiltere, Polonya tarafından yapılmaktadır (Çizelge 1.2).

Türkiye'de Kolza üretimi 1948 'den başlayarak istatistiklere girmiştir. Fakat başlangıçta çok az üretilmiştir. 1960'lı yıllardan sonra kolza üretiminde önemli sayılabilecek bir artış görülmüştür. Bunun nedeni Balkan göçmenleri tarafından kolza adı ile 1960 yıllarında getirilerek ve Trakya'da ekim alanı bulmasıdır. Bu dönemde Tarımsal Araştırma Enstitülerinde çeşit ve adaptasyon çalışmaları, Toprak Su Araştırma Enstitülerinde ise birtakım sulama denemeleri yapılmıştır.

Ekiliş alanı 1979 'larda büyük bir artış göstererek 27.500 hektar ekiliş, 43.000 ton üretim potansiyeline ulaşmıştır. Sonraki yıllarda yağında doymamış yağ asitlerinden olan erüsik asit'in, küspesinde de hayvan sağlığına zararlı glukozinolatın yüksek oranda bulunması nedeniyle ekim yasağı getirilmiştir. Bunu izleyen yıllarda ıslah çalışmaları sonucunda elde edilen erüsik asitsiz ve glikosinolatsız OO tipi yazlık ve kışlık kolza çeşitleri geliştirilerek Çukurova bölgesinde ekimi yapılmış ve çok iyi sonuçlar alınmıştır.

Kanola tarımına son yıllarda Tekirdağ, Edirne, Kırklareli ve Samsun yörelerinde yeniden başlanmış, ancak ekilişi henüz 31 249 ha gibi çok küçük alanda yapılmaktadır

Kanola yağı dünyada zeytinyağından sonra en sağlıklı olarak bilinen bir yağdır. Bu nedenle, kanola tarımını yaygınlaştırarak ülkenin bitkisel yağ açığını kapatmak amacıyla son yıllarda yapılan çalışmalar artmıştır.

Kanolanın yakın gelecekte dünyanın birinci yağ bitkisi olacağı birçok kaynakta ifade edilmektedir. Bugün dünyada en fazla tüketilen yağlardan biri olan ve ülkemizde de yavaş yavaş tüketilmeye başlanan kanola yağının, ülkeyi yağ dar boğazından kurtarma yönünde önemli katkıları olacağı beklenmektedir.

Fakat kanolanın ekim alanının genişlememesine; kuraklık, hastalık ve zararlılar dışında, özellikle, taban fiyat politikaları, ekonomik teşvik, güvence, depolama, ekim alanlarının kontrolsüz genişletilmesi, kalitesiz tohumluk kullanımı, tarımsal mekanizasyondaki eksiklikler ve üreticiye ürünün önemini anlatılıp bilinçlendirme yöntemine gidilmemesi gibi bir takım sebeplerden dolayı, kanolanın ekim alanlarında bugüne kadar büyük bir artış sağlanamamıştır.

Çizelge 1.3. Ülkemizde Yağlı Tohum Üretimi, ton (Anonim, 2010)

Ürün cinsi	Üretim yılı			
	2005	2006	2007	2008
1-Ayçiçeği (Toplam)	975000	1118000	854407	1025280
Ayçiçeği (Yağlık)	865000	1010000	770000	930750
Ayçiçeği (Çerezlik)	110000	108000	84407	94530
2-Susam	26000	26545	20010	19956
3-Haşhaş (Tohumu)	13644	30187	8981	11500
4-Keten (Tohumu)	86	84	48	40
5-Kenevir (Tohumu)	13	13	24	12
6-Yerfıstığı	85000	77454	86409	77064
7-Soya	29000	47300	30666	31449
8-Aspir	215	395	2280	6264
9-Kolza (Kanola)	1200	12615	28727	83784

Türkiye'de büyük boyutlara ulaşan yağ açığını kapatabilmek amacıyla yeni bitkisel yağ kaynaklarını geliştirilmesi gereklidir. Ülkemiz birçok çeşitli yağ

bitkisinin yetiştirilmesine elverişli ekolojiye sahip olmasına rağmen, yağlı tohum ve bitkisel yağlarda açık yıllardır devam etmektedir. Kanola önemli bir yağ bitkisidir. Bu bitkinin ekim planında yer alabilmesi için en uygun yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi ve bölgeye en iyi uyum gösteren çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Kanola çeşitlerinden elde edilen bitkisel yağın besin değeri ve içeriği zeytinyağı ile yarfıstığı yağıninkine yakın olup, dünya kanola yağı üretiminin önemli bir kısmı insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Atakişi, 1991).

Kanola tohumlarından yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe, değerli bir hayvan yemidir. Kanola küspesi % 38-40 oranında protein içerdiğinden, soya küspesi ile karıştırılıp hayvan yemi olarak kullanılabilir.

Kanola, arıları cezbeden sarıçiçeklere bol miktarda sahip olduğundan, arıcılar için de değerli bir bitkidir. Bir hektarlık bir alanda kanolanın çiçek döneminde bal arıları 15 günde 100 kg bal ve yaklaşık 1 kg bal mumu yapabilmektedir. Bunun yanında kolza olarak isimlendirdiğimiz erüsik asit oranı yüksek olan çeşitlerden elde edilen yağlar sanayide, elektrik trafolarında, biyoyakıt (biodizel) olarak Fransa ve Almanya gibi Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır.

Kanadalı bitki ıslahçıları 1970'li yıllarda kolza bitkisi üzerinde yaptıkları yoğun ıslah araştırmalarıyla elde ettikleri, yağında %2'nin altında erüsik asit ve küspesinin her gramında 30 mikromol'ün altında glukozinolat içeren, yeni çeşitlere kanola adını vermişlerdir. Kanola tohumlarında %40-50 arası yağ bulunmaktadır. Kışlık ve yazlık çeşitleri bulunan kanolanın yağında insan sağlığı için çok faydalı olan %63 oranında Omega-9 ve %11 oranında Omega-3 yağ asitleri bulunmaktadır. Kanola tohumlarından elde edilen ham yağ rafineri edildikten sonra daha çok sofralık olarak tüketildiği gibi metanol ile katalizör eşliğinde normal basınç ve ısıda estere biodizele dönüştürülerek dizel motorlarda B-%20 oranında yakıt olarak kullanılmaktadır (Süzer, 2012).

Trakya bölgesinde 54 civarında kapasitesi 2 milyon tonun üzerinde ayçiçeği ürününü işleyen yağ fabrikaları bulunmaktadır. Bu fabrikaların ürün işleme kapasitesi Türkiye'nin bitkisel yağ ihtiyacının tamamından fazlasını işleyebilecek düzeydedir. Türkiye ayçiçeği üretimi 850-950.000 bin ton arasındadır. Yağ fabrikaları hammadde yetersizliğinden kapasitelerinin ancak % 30-40'ını

kullanılmaktadırlar (İnan ve Gaytancıoğlu, 1996). Kanola yağı üretmek için ek yatırıma gerek yoktur. Çünkü ayçiçeğinin olmadığı dönemde, Temmuz ayından itibaren fabrikalar kanola ürünü işleyerek kapasitelerini değerlendirme şansına sahiptirler.

Ülkemizde, Kasım 2007'de, Kanola yağı üretimine başlanmıştır. Kanola yağının fiyatı, ayçiçeği yağına oranla yüzde 15 daha ucuzdur. Kanola üretimi teşvik edilerek yurt dışına ödenen dövizin önemli miktarda azaltılma potansiyeli vardır. Ayrıca anavatanı Türkiye olan kanola, ilkbahar başlangıcında uzun dönem çiçekli kalmasının arıcılığı geliştirme, küspesinin ise hayvan yemi olarak kullanılması nedeniyle hayvancılığı geliştirme potansiyeli vardır.

Sadece ayçiçeği ile Türkiye'nin yağ sorununun çözülemeyeceği artık açıkça anlaşılmıştır. Dünyada birinci yağ bitkisi soya, ikincisi ise kanoladır. Zeytinyağında % 15 olan doymuş yağ asitleri oranı kanolada % 7'dir.

Kanola bitkisinin kışlık çeşitlerinin ülkemizde uygun iklim koşullarında buğday ile ekim nöbetine girmesiyle, ekim deseni zenginleşebileceği gibi, bunun yağ açığının kapatılmasına da önemli katkısı olacaktır. Kanolanın yetişmesi için uygun iklim koşulları Ege, Çukurova, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, Marmara ve Trakya kesiminde mevcuttur.

Kanolanın en önemli avantajlarından biri ise ülkemizin büyük bir bölümünde kış döneminde yetişebilmesidir. Bu durum kış yağışlarından yararlanma bakımından çok büyük bir öneme sahiptir. Küresel ısınma nedeniyle su eksikliğinin giderek yaygınlaştığı günümüzde, kış yağışlarından yararlanarak yağ bitkisi yetiştirmek, gözden uzak tutulmaması gereken önemli bir özelliktir.

Kışlık ekimde genellikle verim daha yüksektir. Kanola bitkisi kışların çok soğuk geçmediği, yağışın yeterli olduğu bölgelerde sulamadan yetişen bir bitkidir. Bazı bölgelerde ise ilkbaharda bitkinin uygun bir gelişme döneminde yapılacak bir sulama ile verim önemli düzeyde artmakta ve havaların ısınmasıyla da bitki büyük bir gelişme göstermektedir.

Artan nüfus ve küresel ısınma suyun giderek daha kıt kaynak olacağını göstermektedir. Su zengini olmayan ülkemizin gelecekte büyük oranda su kıtlığı yaşayacağı yönünde bilim adamları arasında büyük oranda görüş birliği vardır. Onun

için yağışlardan en fazla yararlanan bitkilerin yaygınlaştırılmasına stratejik olarak yaklaşılmalıdır. Bu yaklaşım tarımsal ürünlerin desteklenmesinde de bir ölçüt olarak ele alınmalıdır.

Kanolanın yetiştirme döneminin kısa olması, kendisinden sonraki ürüne daha fazla zaman bırakmasını sağlamaktadır. Bu, kanolanın ekim nöbetine sokulmasını gerektiren en önemli özelliklerinden biridir.

Yukarıda açıklanan genel nedenlere ek olarak, yetiştirme döneminin buğdaydan kısa olması ve potansiyel olarak buğday kadar veya daha fazla gelir getirmesi Harran Ovasında dolayısıyla GAP Bölgesinde kanola ekim alanlarının yaygınlaşma potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Kolza, soya ve ayçiçeği biodizel üretiminde, şeker pancarı, mısır ve buğday ise biyobenzin üretiminde kullanılan bitkilerdir. Biyobenzin üretiminde kullanılan bitkilerin üretiminde hiçbir sorun bulunmamakla beraber bunların biyobenzine dönüştürülmesini sağlayacak kapasitenin oluşturulması için tesis kurulması ve standartların oluşturulması aşamasında gerekli mevzuat düzenlemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Biodizel için ise, öncelikle kolza üretiminin süratle yaygınlaştırılması gerekir. Bu amaçla, çeşit sayısının artırılması, demonstrasyonların yaygınlaştırılması, yazlık ve kışlık ekim bölgelerinin belirlenmesi, tohumluk üretiminin yurt içinde yapılabilmesi sağlanmalıdır (DPT, 2007).

Ülkemizde giderek artan ekim alanı göz önüne alındığında, kanolanın eninde sonunda bölgede yaygın olarak ekileceği düşünülmektedir. Ancak kanola yetiştirilmesine yönelik birtakım çeşit ve adaptasyon çalışmaları (İlbeyi, 1985; Güçer, 1993) yapılmasına karşın, sulanmasına yönelik, ülkemizde ve GAP Bölgesinde yapılmış önemli bir çalışma yoktur. Yurt dışında farklı iklim koşullarında bazı çalışmalar yapılmıştır, ancak, bunlar ülke ve bölge koşullarını yeterince temsil etmemektedir.

GAP Bölgesinin en geniş sulama alanlarından biri olan Harran Ovasında, tarla koşullarında Kanola sulamasına ilişkin çalışmaların yapılması, bu bitkiden potansiyel ürün alınmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışma, Harran Ovasında kışlık kanolanın, (i) sulama suyu gereksinimini (ii) sulama programını, (iii)

sulamannın verim ve bazı verim bileşenleri ile (iv) sulamannın yağ oranı üzerine etkilerini belirlemek için yapılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Krogman ve Hobbs (1975) uygun toprak nem düzeyi koşullarında yaprakların ve harnupların verim artışında önemli rolü olduğunu, tohumların olgunlaşması sırasındaki nem eksikliğinin tanelerin küçük kalmasına ve verimin azalmasına neden olduğunu açıklamışlardır.

Kanola bitkisi, kumlu ve hafif topraklar dışında hemen hemen her toprakta yetişebilmektedir. Toprak yüzeyinin düzgün, tesviyeli olması yetiştiricilik için önemlidir. Zira yüzeyde su tutan, göllenen tarım alanlarında bitki, çok zarar görmektedir. En iyi yetiştiği toprak, humuslu derin yapılı, nötr veya hafif alkali ve hafif asit, pH' sı 6.5-7.5 arası olan topraklardır (Algan, 1990).

Kanola kışın yetişebilen bir bitkidir. Sulamadan yetişebilen bir bitki olmasına karşın ilk çıkışın erken olması gerektiği için çimlenme yoksa mutlaka sulanması gerekmektedir. Kışları sert geçen yerlerde çıkış Ekim ayı başlarına dek gerçekleşmemiş ise sulama yapılması zorunlu olmaktadır. Eğer çıkış 15 Ekimden sonra olmuşsa, donma riski yüksektir. Genellikle, ilkbaharda sulama gereksinimi olmamasına karşın, yapılacak bir sulamanın verimi artırdığı rapor edilmiştir (Algan, 1990).

Amerika'da yapılan çalışmalara göre Kanola bitkisinin gelişme döneminde yaklaşık 500-550 mm su tükettiği belirlenmiştir. Pik döneminde günlük su tüketimi 7-8 mm'ye ulaşır. Sulama yöntemi ne olursa olsun, çiçeklenme döneminde toprak suyunun yeterli düzeyde olması gerekir. Bu dönemdeki su gerilimi, çiçek dökülmesine ve önemli ölçüde verim kayıplarına neden olmaktadır (Anonim, 2010).

Clarke ve Simpson (1977), tansiyometre ölçümleri ile iki sulama düzeyinde ve doğal yağış koşullarında kanola sulamasını programlamışlardır. Elde edilen sonuçlar, sulamanın verimi artırdığını ve tansiyometrelerle uygun bir sulama programı yapılabileceğini göstermiştir.

Kanola yetiştiriciliği ile ilgili değişik açıklamalar yapılmaktadır. Örneğin, kanola bitkisi için çok özenli bir toprak hazırlığı gerektiği açıklanmıştır. Ekiminin, yoncaya benzediği, ekimden önce toprak kuru ise sulanarak toprağın tava gelmesinin beklenilmesi gerektiği veya ekimden sonra yağmurlama yöntemi ile sulama yapılarak

çıkışın sağlanabileceği belirtilmiştir. Eğer toprakta çimlenme olacak kadar nem varsa sulamaya gerek olmadığı, ancak 10 gün içinde çıkış olmamışsa mutlaka yağmurlama sulama yapılması gerektiği, ayrıca açıklanmıştır (Algan, 1990).

Al-Jaloud ve ark. (1996) iki çeşit kolzanın verim ve verim bileşenleri üzerine sulama ve nitrojenin etkilerini saptamak üzere Arabistan'da yaptıkları çalışmada, farklı iki su kaynağı kullanmışlardır. Her iki sulama ve 50 ile 175 kg ha<sup>-1</sup> N uygulamasının verimi önemli düzeyde artırdığını belirlemişlerdir.

Jensen ve ark. (1996), toprak kuruluşunun ve buharlaşma isteğinin glucosinolate, yağ ve protein içeriğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, toprak kuruluşunun, yağ ve protein içeriklerini önemli düzeyde etkilenmediği, gün ortasında yaprak su potansiyeli -1.4 MPa'dan az olduğunda ve erken vejetatif dönemde su stresinin glukosinolate sentezini artırdığını saptamışlardır.

Faraji ve ark. (2008) Akdeniz Bölgesinde yüksek sıcaklık stresi ve tamamlayıcı sulamanın iki çeşit kanolanın çiçek ve bakla (harnup) oluşumuna etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, sulamanın bakla verimini ve çiçek sayısını artırdığını; geç ekimin çiçeklenme dönemini kısalttığını, dolayısıyla çiçek sayısının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Snaki ve ark. (2007), büyüme dönemindeki kanolada su stresinin, verim ve protein içeriğine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek verim azalması, çiçeklenme dönemindeki su stresinde (%30.3) ve sonra harnup gelişmesinde (%20.7) meydana gelmiştir. Gövde büyümesi, çiçeklenme ve harnup oluşum zamanındaki kısa dönemli su stresini, bakla sayısını, bakladaki tane sayısını ve tane ağırlığını azaltmıştır. Uzun dönem su stresinde, bitki başına harnup sayısı en duyarlı verim bileşeni olarak belirlenmiştir. Su stresi tohum yağ içeriğini azaltırken, protein içeriğini artırmıştır.

Noori ve ark. (2007) yaptıkları bir laboratuvar çalışmasında, iki sulama düzeyi uygulamışlardır. Deneme konularından birisinde açık su yüzeyinden 60 mm buharlaşma olduğunda sulama yapılmış, diğerinde ise tane dolum aşamasında ve ondan sonraki dönemde eksik sulama uygulanmıştır. Az sulamada daha kısa kök ve uzun gövde elde edilirken, daha uzun bir çimlenme süresi gerektiği belirlenmiştir.

Dadivar ve Khodshenas (2007), su stresinin kanola üzerine etkisini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada, deneme konuları, açık su yüzeyinden 50, 75, 100 ve 125 mm buharlaşma olduğunda sulama yapılması şeklinde düzenlenmiştir. Sonuçlar, sulamanın bitki başına bakla sayısı üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermiştir. Ölçülen bütün değişkenlerde en yüksek değerler 50 mm, en düşük değerler ise 125 mm buharlaşmadan sonra yapılan sulamalarda elde edilmiştir. Ancak 50 ve 75 mm buharlaşma konuları arasında, istatistiksel olarak, önemli fark olmadığından 75 mm buharlaşma olduğunda yapılan sulama konusu önerilmiştir.

Banuelos ve ark. (2002), orta Kaliforniya'da yaptıkları çalışmada sulamanın kuru maddeyi artırdığını ve kanolanın elverişli nem düzeyine karşı çok duyarlı olduğunu, bitkinin optimal gelişimi için 210-550 mm arasında değişen sulama suyunun gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Mingeau (1974), Clark ve Simpson (1978), Prikar ve ark., (1981), Singh ve ark. (1981), özellikle çiçeklenme öncesi sulamanın çok önemli olduğuna değinmişlerdir.

Aujla ve ark. (2003), alternatif karık ve tıkalı karık sulamalarının, sürekli karığa göre, %26 ve %41 oranlarında su kazanımı sağlandığını bildirilmişlerdir. Ardışık karık yöntemi ve N uygulamasının 100 kg/ha'dan 150 kg/ha'a çıkarılmasının, tane verimini önemli düzeyde arttığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, sırta ekimle, 45 cm aralıkla düz karığa ekim tiplerini karşılaştırmışlardır. Buna göre, serbest karıkta %30, ardışık karık sulama yapıldığında ise %47 su kazanımı sağlandığını; su kullanım randımanındaki artışın %27 ile %34 arasında olduğunu ve herhangi bir verim kaybı olmadığını açıklamışlardır.

Rahnema ve Bakhshandeh (2006), su stresi arttıkça bitki başına harnup sayısı, tane ve yağ veriminin azaldığını; Hati ve ark. (2001) sulama sayısı arttıkça tohum veriminin arttığını yazmışlardır. Panda ve ark. (2004) ise sulamanın kanola verimini %41.7-62.9 oranında artırabileceğini belirtmişlerdir.

Tahir ve ark. (2007) tarafından, farklı sulama düzeylerinin kanola bitkisinin gelişme ve verimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 9 sulama konusu ele alınmıştır. Deneme sonuçlarına göre; farklı sulama sayılarının verimi

önemli düzeyde etkilediğini belirten araştırmacılar, ekimden 21, 56 ve 93 gün sonra (erken vejetatif, çiçeklenme ve tohum oluşum) yapılan sulamalarla en yüksek verimin elde edildiğini; 21, 35 ve 93 gün sonra (erken vejetatif, orta vejetatif ve tohum oluşum) yapılan sulamaların ve erken vejetatif, orta vejetatif ve tohum oluşum dönemindeki (35, 56 ve 93 gün sonra) sulamaların olduğunu belirtmektedirler. Sulama sayıları ile bitki başına harnup sayısı ve harnup başına tane sayısı arasında doğrusal bir ilişki bulunurken, bitki başına en az harnup sayısı erken olgunlaşma dönemindeki bir sulamada (ekimden 93 gün sonra) kaydedilmiştir.

Majid ve Simpson (1997)'un bildirdiğine göre, üç sulama ile kanolada maksimum büyüme ve maksimum net asimilasyon hızına ulaşılmaktadır. Bitki boyu ve dal sayısı, sulama sıklığıyla artmaktadır. Bu sonuçlar, Rathore ve Patel (1990)'in çalışmaları ile desteklenmiştir.

Parveen ve ark. (1996) ile Padmani ve ark. (1992) ise sulama düzeylerinin protein ve yağ içeriği üzerine etkilerinin önemsiz olduğunu ve Panda ve ark. (2004) ise sulama sayılarındaki artışın, tane verimini artırdığını bildirmişlerdir.

Champolivier ve Merrin (1996), verim ve verim bileşenlerinin esas olarak çiçeklenme ve tohum bağlama döneminin sonuna kadar olan dönemdeki su eksikliğinden etkilendiğini, Mendham ve Salisbury (1995) su stresinin tohum bağlama süresini kısalttığını ve dolayısıyla verimin azaldığını, Daneshmand ve ark. (2007) geç gelişme döneminde oransal yaprak su kapsamını yüksek düzeyde tutan çeşitlerin verimlerinin daha yüksek olduğunu, Hall (1992) sulamanın harnup başına tohum sayısı üzerine etkisinin diğer bileşenlerden daha fazla olduğunu ve su eksikliğinin çiçeklenmeden olgulaşmaya kadar olan dönemde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Sinaki ve ark. (2007), en fazla verim azalışının, çiçeklenme ve harnup bağlama sırasındaki su stresinden ileri geldiğini; Rahnema ve Bakhshande (2006) erken ilkbaharda yapılan bir sulamanın en fazla ürün kaybına neden olduğunu; Muhammad ve ark. (2007) en yüksek verimin erken vejetasyon, çiçeklenme ve tohum bağlama döneminde verilen üç sulama ile alındığını; Henry ve Mc Donald (1978) aşırı kuraklığın, kanolada yağ içeriğini azaltırken protein içeriğini artırdığını açıklamışlardır.

Taylor ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada tane ve biyokütle verimlerine ilişkin, su kullanım randımanlarının 7.5 ve 23 kg ha<sup>-1</sup> mm olarak belirlemişlerdir. Nitrojen uygulamasının ve sulamanın kanolanım su kullanım randımanını artırdığını ve maksimum su kullanım randımanı (WUE) değerinin 8.9 kg ha<sup>-1</sup> mm olarak elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Sangamesh Angadi ve ark. (2010), yüzeye serili damla sulama sistemi ile sulanan kanoladan, üç sulama ile en yüksek verimin alındığını, biyo-kütle verimlerinin sulama düzeylerinden önemli ölçüde etkilendiğini, yağ içeriğinin 39-42% arasında değiştiğini ve yağ içeriğinin tohuma göre sudan daha az etkilendiğini belirtmişlerdir.

Miller ve Holmes (2010), Batı Montana'da yetiştirilen kışlık kanola bitkisinden, 75 93 mm suyun ekimle birlikte verilmesi ile en iyi gelişme ve yüksek verim sağlandığını bildirmişlerdir.

Eyob ve ark. (2010), su stresinin olgunlaşmayı geciktirdiğini iyi sulanan kanolanın yaprak alan indeksinin 8 cm<sup>2</sup>cm<sup>-2</sup>, bitki su tüketiminin 709 mm, tane veriminin 3831 kg ha<sup>-1</sup>, yağ içeriğinin 398 g kg<sup>-1</sup> olduğunu, su tüketiminin 332 mm olduğu stres altında ise tane veriminin 1361 kg ha<sup>-1</sup>, yağ içeriğinin 340 g kg<sup>-1</sup> olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Hergert ve ark. (2011), kanolanın kısmen yeterli düzeyde sulanması halinde, oransal olarak, verimin %92'sine, yetersiz sulama durumunda ise %82'sine ulaşıldığını; kanolanın etkili kök derinliğinin 150 cm olduğunu ve soya fasulyesine göre, iki kat daha fazla yağ ürettiğini yazmışlardır.

Ahmadi ve Bahrani (2009) tarafından açıklandığına göre, kanolada çiçeklenme döneminin suya en duyarlı evre olduğu ve bu dönemde su stresinin tane verimini, %29.5, yağ verimini %31.7 oranında düşürdüğü, bitki başına harnup sayısının su stresine en duyarlı verim bileşeni olduğu ve bunun biyolojik verim ve tane verimiyle en yüksek bağdaşım katsayılarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Nielsen (1997), kanolada su kullanım randımanını (WUE), 1.5 mm da<sup>-1</sup> olduğunu, %34-44 arasında değişen yağ içeriğinin su stresinden önemli düzeyde etkilendiğini ancak, stresin yağ verimini düşürdüğünü açıklamıştır. Buna karşı, Sims ve ark. (1993), Montanada elverişli toprak suyunun artmasıyla kanola

veriminin büyük oranda arttığını, ancak yağ içeriğinin azaldığını belirtmiştir. Öte yandan, Stoker ve Carter (1984), çiçeklenme dönemindeki sulamanın, yağ verimi etkileyen en kritik uygulama olduğunu bildirmişlerdir.

Efetha ve Sutton (2008), Albertada, uzun dönem sürdürülen çalışmalarda, kanolanın, çeşitlere bağlı olarak, mevsimlik su tüketiminin 480 mm, günlük su tüketiminin ise 7 mm olduğunu, iyi bir ürün için elverişli toprak neminin %50 veya daha yüksek olmasının gerektiği, en kritik dönemin geç vejetasyon ve çiçeklenme dönemi olduğunu belirtmişlerdir.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1.Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu

Araştırma Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Şanlıurfa iline bağlı Harran Ovasında bulunan Şanlıurfa merkezine 7-8 km uzaklıktaki Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Deneme yerinin konumu  $36^{\circ} 42'$  kuzey enlemi  $38^{\circ} 58'$  doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 460 m' dir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme yerinin konumu

### 3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Harran Ovası, Güney Doğu Anadolu Bölgesinin karasal iklim özelliklerini taşımakta ancak, ovada Akdeniz ikliminin etkisi de görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı yüksektir. Harran Ovasında yıllık ortalama yağış 365 mm, ortalama sıcaklık 17.2 °C ve açık su yüzeyinden buharlaşması 1850 mm'dir (Çizelge 3.1). Bu verilere göre en soğuk ayda ortalama sıcaklık 5 °C, en sıcak ayda ortalama 31 °C'dir. Şimdiye dek ölçülen en düşük ve en yüksek sıcaklıklar sırasıyla -12 ve +47 °C olmuştur. (KHAE, 2003). Yağışların mevsimlere göre dağılımı; kışın %56, ilkbaharda %30, sonbaharda %13 ve yazın %1 şeklindedir. Yağışlı günlerin sayısı ortalama 70, karla örtülü günlerin sayısı 3 tür.

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına İlişkin İklim Verileri (2008-2009)

İklim Öğeleri	A y l a r												Yıllık
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Yağış, mm	19.6	42.0	61.4	65.8	63.3	59.5	26.9	22.6	3.5	0.1	-	0.5	365.2
Ort. Sıcaklık, °C	18.2	10.1	6.0	4.9	6.0	10.0	15.2	21.7	27.9	31.3	29.8	25.3	17.2
En yüksek sıcaklık, °C	39.4	31.0	22.6	19.8	25.8	27.3	34.8	43.0	45.4	46.8	46.6	43.7	46.8
En düşük sıcaklık, °C	-1.2	-7.0	-	-	-	-	-3.4	1.0	9.4	11.0	9.2	3.7	-16.8
Ortalama oransal nem, %	45	60	72	69	64	58	58	42	33	34	40	38	51
Aylık buharlaşma, mm	151.9	50.6	-	-	-	52.0	116.8	199.3	314.5	376.0	337.9	249.8	1848.8
Ortalama rüzgâr hızı, m\s	1.0	0.9	1.2	1.6	1.7	1.6	1.6	1.9	2.4	2.3	1.9	1.5	1.6

### 3.1.3 Toprak Özellikleri

Araştırma bölgede geniş yayılım alanına sahip olan Harran toprak serisinde yürütülmüştür. Harran serisi, toprak taksonomisine göre Vertic Calciorthid alt grubunda, Calciorthid büyük grubunda, Orthid alt Ordosuna ve Aridisol Ordosuna girmektedir (Çullu ve ark., 2004).

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla üç yerden, kök bölgesi derinliğinden 30 cm'lik katmanlar halinde 120 cm'ye kadar bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde, Tüzüner ve ark, (1990) tarafından belirtilen analiz yöntemleri kullanılarak toprak reaksiyonu, toplam tuz, organik madde, fosfor, potasyum, kireç gibi kimyasal analizler (Çizelge 3.2 ), tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve toprak bünyesi gibi fiziksel analizler yapılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2. Deneme Yeri Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri

Toprak Katmanı (cm)	pH	ECe dS m <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg da <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O kg da <sup>-1</sup>	Organik madde %	Kireç %
0-30	7.36	1.085	2.84	156.6	1.85	8.3
30-60	7.40	1.080	1.96	140.4	1.65	8.3
60-90	7.47	1.135	0.98	103.6	1.59	8.3
90-120	7.31	1.475	0.17	88.5	1.56	10.6

Çizelgede 3.2 ve 3.3'te görüldüğü gibi, deneme yeri toprakları kil bünye sınıfında, derin profilli, drenaj ve tuzluluk sorunu olmayan, kireç ve potasyumca zengin, organik madde ve fosfor miktarları orta düzeyde olan 2. sınıf tarım topraklarıdır.

Çizelge 3.3. Deneme Yeri Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

Toprak Katmanı cm	Doy. Nok. %	ECe, dSm <sup>-1</sup>	TK g/g	SN g/g	As gr cm <sup>-3</sup>	Elverişli Nem mm	Kil %	Silt %	Kum %	Bünye Sınıfı
0-30	68	1.04	32.50	22.10	1.15	35.88	56.56	20.00	23.44	C
30-60	63	1.07	31.40	21.20	1.40	42.84	54.56	17.00	24.44	C
60-90	64	1.08	29.60	22.08	1.16	26.17	62.56	17.00	21.44	C
90-120	61	1.55	28.70	22.07	1.20	23.87	54.56	19.00	24.44	C
0-120	64	1.185	30.55	21.86	1.23	128.76	57.06	18.25	23.44	C

Deneme yerinde 30-60 cm derinlikte hacim ağırlığı yüksek olan sıkışmış bir toprak katmanı bulunmaktadır. Bunun, toprağın sürekli aynı derinlikte işlenmesi sonucu ortaya çıkmış olabileceği söylenebilir.

### 3.1.4 Sulama Suyu ve Sulama Sistemi

Sulama suyunun analizinde; elektriksel iletkenlik pH ile anyon ve kation içeriklerinin belirlenmesinde Tüzüner ve ark. (1990) tarafından verilen yöntemler kullanılmıştır.

Sulamada kullanılan su derin kuyudan alınmıştır. EC değeri 0.800-0.900 dS/m ve pH değeri 7.8-8.1 arasında değişmektedir.

Deneme parsellerinin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Derin kuyudan alınan su 2 tonluk bir depoya basıldıktan sonra 30 mm çaplı sert plastik boru ile deneme alanına kadar getirilmiştir. Sistemde lateral uzunlukları, parsel uzunlukları kadar olup, lateral ve damlatıcı aralığı 40 cm, damlatıcılar sabit debili  $1.6 \text{ L sa}^{-1}$ , boru çapı 12 mm' dir. Parsel girişine elek filtre ve basınç düzenleyici vanalar ile yine her lateral girişine küresel vanalar konularak su girişleri denetim altına alınmıştır.



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Toprak Hazırlığı

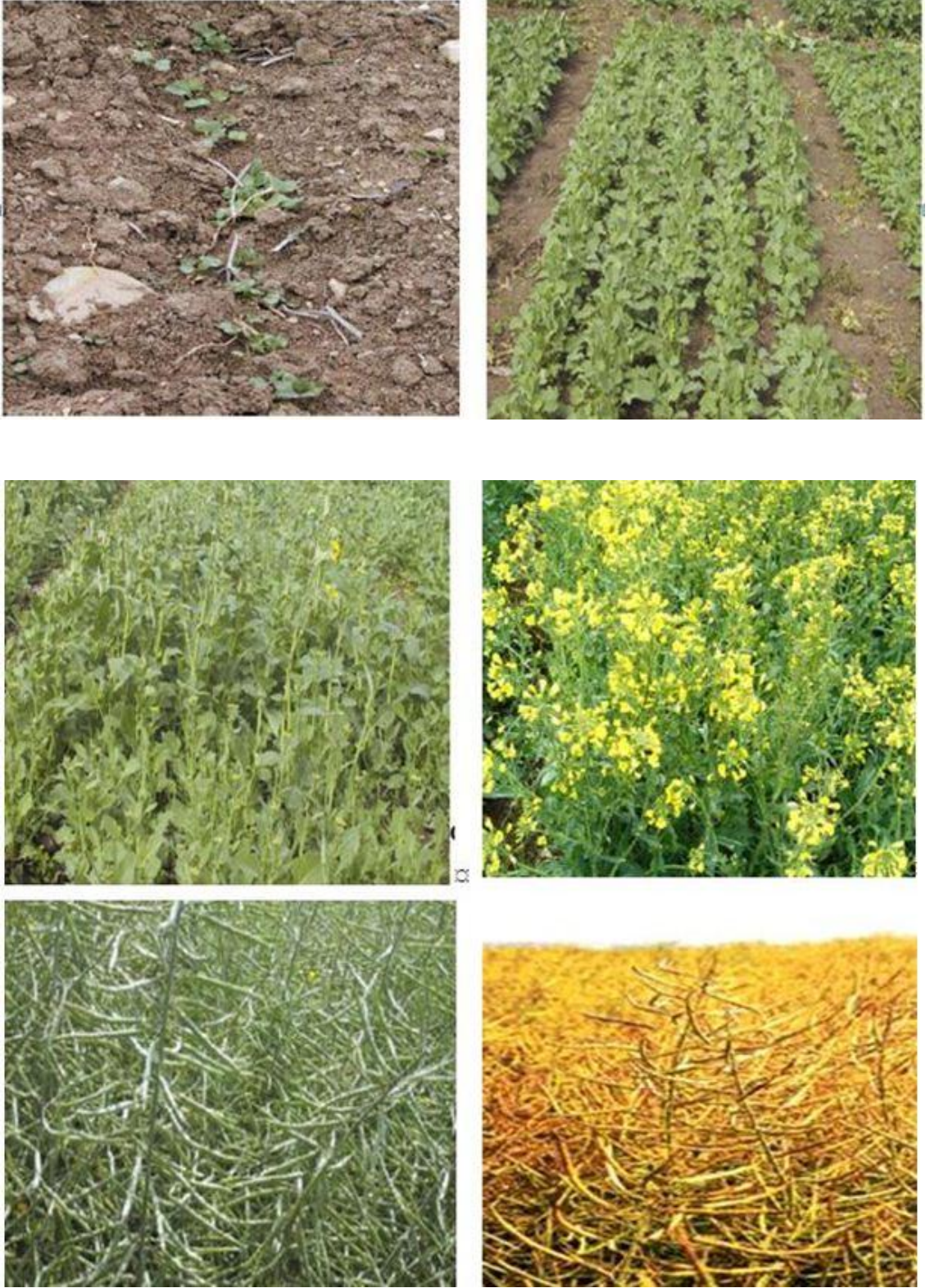
Kanola, toprak hazırlığına karşı çok duyarlı bitkidir. O nedenle toprak hazırlığı, özenle yapılmıştır. Bu amaçla, Kasım ayı yağışlarından sonra deneme alanı, pullukla derin olarak sürülmüş, diskaro ve tapan çekilmiş; karık pulluğu ile bitki sıraları oluşturularak ekime hazır hale getirilmiştir.

### 3.2.2. Gübreleme

Denemenin her iki yılında da yaklaşık 20 kgda<sup>-1</sup> saf azot ve 8 kgda<sup>-1</sup> dolaylarında saf fosfor verilmiştir. Azotlu gübre 2 kısma bölünerek (ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> ve Şubat sonu 10 kg da<sup>-1</sup>), fosforun ise tamamı ekimle birlikte uygulanmıştır. İlkbahardaki üst gübrelemede Amonyum Sülfat verilmiştir .

### 3.2.3. Ekim ve Bitki Gelişimi

Kanola tohumu 1-2 mm çapında siyah-kahve renkli, bintane ağırlığı 2-3 g olan yuvarlak yapıdadır. Bu çalışmada ekim, buğday mibzeri ile yapılmış ve dekara yaklaşık 700 g tohum 2-3 cm derinliğe atılmıştır. Buğday mibzeri ile ekim yaparken makinenin ayarı en düşük tırnağa alınmış, birer ekici ayak kapatılarak sıra arası 40 cm; sıra üstü ise 8-10 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Sık ekili kesimlerde seyreltme yapılarak parsellerdeki bitki sayıları eşitlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.3. Kanolada bitki gelişme dönemleri, çıkış, dallanma, çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme, harnupların oluşumu, olgunlaşmasına ilişkin görünümler

Deneme parsellerinde oldukça türdeş bir bitki sıklığı sağlanmıştır. Birinci yıl dekara ortalama, 26235 (stdev:  $\pm 2900$ , maksimum: 31875, minimum:20937); ikinci yıl, 20294 (stdev: $\pm 3619$ , maksimum: 30000, minimum: 15000 adet bitki) bulundurulmuştur.

Çalışma boyunca bitkilerin farklı gelişme evreleri dikkatle izlenmiş, her bir evrenin başlangıç tarihleri bitkilerin gelişmede gösterdikleri farklılıklar belirlenmiştir (Şekil 3.3).

### 3.2.4 Tarımsal Savaşım

Tarımsal savaşım, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Bu amaçla, ekimden 10 gün önce dekara 200 g ot ilacı (Trifluralin) yeterince neme sahip olan tarlaya atılarak toprağa karıştırılmıştır. Yetiştirme dönemi boyunca hastalık ve zararlı görülmemiş, ancak yabancı otlarla fiziksel mücadele yapılmıştır.

Denemenin her iki yılında da ilkbahar döneminde hızla gelişen yabancı otlar elle ve çapa ile temizlenmiş; deneme parsellerinde yabancı otların gelişmesi, engellenmiştir.

### 3.2.5. Deneme Konuları ve Deneme Deseni

Çalışmada 4 sulama zamanı ve 5 su düzeyi ele alınmıştır. Sulama zamanları, bitki büyüme dönemleri göz önüne alınarak düzenlenmiştir. Sulama zamanları ana konuları, sulama suyu düzeyleri ise alt konuları oluşturmuştur.

#### A-Sulama zamanları

Z<sub>0</sub>: Susuz (gerektiğinde çıkış suyu verilmiştir)

Z<sub>1</sub>: Dallanma döneminde sulama (Dallanma döneminde 1 sulama yapılmıştır)

Z<sub>2</sub>: Çiçeklenme öncesi dönemde sulama (Çiçeklenme öncesinde 1 sulama yapılmıştır)

Z<sub>3</sub>: Çiçeklenme öncesi ve tohum bağlama dönemlerinde sulama (konu edinilen dönemlerde birer sulamadan toplam 2 sulama yapılmıştır)

Z<sub>4</sub>: Dallanma, çiçeklenme öncesi ve tohum bağlama dönemlerinde sulama (sıralanan büyüme dönemlerinde birer kere sulama yapılmıştır. Toplam 3 sulama uygulanmıştır).

### **B- Sulama düzeyleri**

Belirlenen sulama dönemlerinde bitki kök bölgesindeki eksik toprak suyunun farklı oranları, sulama düzeylerini oluşturmuştur. Bunlar;

I<sub>100</sub> = Tam sulama (eksik nemin tümünün veya % 100'ünün verildiği parseller),

I<sub>75</sub> = Tanık konuya verilen suyun % 75'inin uygulandığı parseller,

I<sub>50</sub> = Tanık konuya verilen suyun % 50'sinin uygulandığı parseller,

I<sub>25</sub> = Tanık konuya verilen suyun % 25'inin uygulandığı parseller,

I<sub>0</sub> = Susuz (gerektiğinde çıkış suyu verilmiştir).

Denemede ele alınan konular, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni (split plot) ile üç yinelemeli olarak düzenlenmiştir (Şekil 3.3). Parseller, 2.4 x 5 m boyutlarında ve 4 bitki sırası içerecek şekilde oluşturulmuştur. Hasatta parsel başlarından 0.5 m, kenarlardan birer sıra, kenar tesiri olarak, atılmıştır. Böylece hasat edilen parsel alanı 2 m x 1.6 m = 3.2 m<sup>2</sup> olmuştur.

### **3.2.6. Sulama Suyu ve Süresinin Hesaplanması**

Deneme parselleri damla yöntemi ile alanın tamamı ıslatılacak biçimde (damlatıcı ve lateral aralığı 0.40 m) sulanmıştır. Gerekli sulama suyu, çiftlikte bulunan bir derin kuyudan alınmıştır. Deneme parselleri içerisinde su dağılım türdeşliği, damlatıcılarda debi ölçümleri yapılarak denetlenmiştir.

Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, gravimetrik örnekleme tekniği kullanılarak, 120 cm derinlikteki eksik toprak suyunu tarla kapasitesine getirecek miktar olarak hesaplanmıştır. Tam sulanan I<sub>100</sub> konusuna ilişkin parsellere eksik suyun tümü verilirken; diğer parsellerde konularda belirtilen oranlarda kısıntılar yapılmıştır.

Toprak nemi ölçümleri, ekimde, sulamalardan önce ve hasat yapıldıktan sonra 120 cm derinlikten alınan gravimetrik örneklerden, rutin analiz yöntemleri kullanılarak, belirlenmiştir.

Denemenin birinci yılında, her sulama dönemi kendi içinde bağımsız olarak değerlendirilmiş ve sulamalar buna göre yapılmıştır. Ancak, bu uygulama sonunda  $Z_3$  ve  $Z_4$  konularında sulama sayıları farklı olmasına karşın, sulama suyu miktarları birbirine yakın çıkmıştır. Bu nedenle ikinci yıl  $I_{100}$  konusundaki toprak nem düzeyi dikkate alınarak, deneme konularına uygulanacak su miktarları, buna göre hesaplanmıştır.

Deneme konularında, türdeş bir çimlenme ve çıkış sağlanması için anılan dönemlerde, bitki su gereksiniminin tümü karşılanacak biçimde sulama yapılmıştır.

Sulama zamanları, bitkilerin büyüme dönemleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Sulama süreleri, uygulanacak su miktarları, parsel alanları, parselde bulunan damlatıcı sayısı ve debileri dikkate alınarak belirlenmiştir. Sulama sırasında damlatıcı debileri ölçülerek uygulanan su miktarı ve sulama süreleri denetlenmiştir. Lateraller kısa olduğundan, damlatıcı debilerinde farklılık olmamıştır ve su dağılım randımanı, % 100 kabul edilmiştir.

Denemenin birinci yılında ilk sulama, 29.03.2009 tarihinde bitkiler yaklaşık 25-30 cm boya ulaştıklarında uygulanmıştır. İkinci sulama çiçeklenme öncesinde, 10.04.2009 tarihinde; üçüncü sulama ise bitkide kapsüller oluşmaya başladığında, 30.04.2009 tarihinde yapılmıştır. Denemenin ikinci yılında ise ilk sulama, 29.03.2009 da, ikincisi çiçeklenme öncesinde, 05.04.2010 tarihinde, üçüncü sulama ise bitkide kapsüller oluşmaya başladığında, 08.05.2010 tarihinde yapılmıştır.

### **3.2.7. Hasat**

Kanola bitkisinde olgunlaşma aşağıdan yukarı doğru olmaktadır. Hasatta bitkilerin tam olgunlaşması beklenirse alt kapsüllerde çatlama ve dökülmeler görülür. Erken hasatta ise üst kapsüller, tam olgunlaşmadığından, hasat kaybı meydana gelir. Kanola, havaların sıcak veya yağışlı gitmesine ve çeşidin erkenciliğine bağlı olarak çiçeklenmeden 40 ile 50 gün sonra hasat olumuna gelmektedir. Kanola hasat olumuna geldiğinde bitkilerin sap, yaprak ve kapsülleri tamamen kuruyup sararır ve sarı bir renk oluşur. Tohum kahverengine dönüşmüşse hasat zamanı gelmiştir. Kanola tohumları diğer yağlı tohumlardan daha zor muhafaza edilir. Çabuk küflenir

ve bozular. Emniyetli bir depolama için danelerin rutubeti % 9'u geçmemelidir (Sobutay, 2004).

Bu çalışmada hasat, ilk çiçeklenmeden 50 gün sonra, harnuplar tamamen sararınca, çatlayarak kanola tohumlarının kendiliğinden dökülmesine izin verilmeyecek şekilde, birinci yıl 29 Mayıs 2009, ikinci yıl ise 9 Haziran 2010 tarihlerinde yapılmıştır.



Şekil 3.4. Biçilen kanolaların çuvallar içinde kurutulması

### 3.2.8. Harman

Parseller elle hasat edilip, çuvallara doldurularak harman yerine getirilmiş, bitkiler tamamen kuruduktan sonra taneleme işlemi, elle yapılmıştır. Harnuplar, plastik bir leğene alınarak ezilmiş, taneler tamamen harnuplardan ayrıldıktan sonra, kalbur ve elekler kullanılarak sap ve saman kısımları tohumlardan ayrılmıştır. Daha sonra parsel harman makinesi ile taneler samanlardan ayrılmıştır. Sap ve samanlardan temizlenen tohumlar tartılıp, kese kâğıtlarına koyularak, rutubetsiz bir ortamda saklanmıştır.

Güvenli bir depolama için tane rutubet oranının % 9'u geçmemesine özen gösterilmiştir. Ayrıca, tohumlar iyice temizlenerek, yaş ot tohumları ve bitki parçaları tümüyle ayrılmıştır. Tohumlarda kızışma ve küflenme olmaması için

kanola, kuru ambarlarda depolanmıştır. Kanolanın hasat edildiği Haziran ayından sonra, bölgede oransal nem düzeyi çok düşük olduğundan tohumların saklanması herhangi bir herhangi bir sorun yaşanmamıştır.



Şekil 3.5. Hasat ve harman İşlemi



Şekil 3.6. Hasat edilen kanola tohumları

### 3.2.9. Değerlendirme Yöntemleri

#### 3.2.9.1. Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması

Deneme konularında bitki su tüketiminin hesaplanmasında su dengesi eşitliği kullanılmıştır (James, 1988).

$$ET = I + P + Cr - Dp - Rf \pm \Delta S \quad (3.1)$$

Eşitlikte, ET: Bitki su tüketimi (mm); I: Sulama suyu (mm), konuların sulama düzeylerine göre ölçülerek bulunmuş; P; yağış (mm), Şanlıurfa iklim gözlem istasyonundan alınmış; Cr; kılcal yükseliş (mm), deneme alanı topraklarında taban suyu olmadığından sıfır olarak alınmış; Rf; yüzey akış, damla sulama yöntemi kullanıldığından yüzey akış olmamıştır.  $\Delta S$ ; bitki kök bölgesinde meydana gelen toprak suyu değişimi (mm), Dp değeri ise derine süzülme kayıplarıdır (mm).

Tam sulama konusunda topraktaki eksik su miktarını tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu verildiğinden; diğer konularda ise kısıntılı sulama yapıldığı için Dp değeri sıfır sayılmıştır.

#### 3.2.9.2. Verim Tepki Etmeninin Hesaplanması

Kanolanın su-verim ilişkilerinin belirlenmesinde, oransal verim azalması ve oransal bitki su tüketimi açığı boyutsuz parametrelerinin kullanıldığı Stewart modeli kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla verim tepki etmeni kestirilmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1988, Stewart ve ark., 1977).

$$Y_a/Y_m = 1 - k_y + k_y(ET_a/ET_m) \quad (3.2)$$

Eşitlikte,  $Y_a$ , gerçek verim, kg/da;  $Y_m$ , maksimum verim, kg da<sup>-1</sup>; ( $Y_a/Y_m$ ), 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 ve  $(1 - ET_a/ET_m)$ , oransal bitki su tüketimi açığını göstermektedir.

### 3.2.9.3. Su Kullanım Randımanı

Su kullanım randımanı, iki şekilde ele alınmıştır (Howell ve ark., 1990). Birincisi toplam su kullanım randımanı (WUE), aşağıdaki 3.3 nolu eşitlikle hesaplanmıştır.

$$WUE = Y_a / ET_a \quad (3.3)$$

Diğeri, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), 3.4 nolu eşitlikle kestirilmiştir.

$$IWUE = (Y_a - Y_o) / I_w \quad (3.4)$$

Eşitliklerde;  $Y_a$ , tane verim;  $Y_o$ , susuz konudan elde edilen tane verimi,  $kg\ da^{-1}$ ;  $ET$ , bitki su tüketimi,  $I_w$ , sulama suyu, mm'dir.

### 3.2.9.4. Bitkisel Ölçümler

Bitki gelişmesinin bir ölçütü olarak dikkate alınan gelişme döneminin sonunda bitki boyları ölçülerek, toprak üstü aksamının kuru ağırlığı belirlenmiştir. Ayrıca tüm konularda dekara tohum verimi, 1000 tane ağırlığı, bitki boyu, bitki dal sayısı ve harnup sayısı belirlenmiştir.

- Biokütle: Hasat sonunda bitkinin toprak üstü aksamından alınan örnekler, etüvde  $65\ ^\circ C$  de sabit ağırlığa ulaşmaya dek kurularak, biyo kütle verimleri belirlenmiştir.

- Bitki boyu : Her yinelemeden rastlantısal olarak belirlenen 5 bitkide boy ölçümü yapılmıştır.

Kanola tanelerindeki yağ içeriklerinin belirlenmesinde Foslet aracı kullanılmıştır. Deneme konularından elde edilen parsel verimleri ile yağ oranları çarpılarak yağ verimleri elde edilmiştir. Ayrıca, bitki başına harnup ve dal sayıları, her konunun dekara tohum verimleri ve 1000 tane ağırlıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.7.Kanolaların çiçeklenme döneminden görünüm

- Yaprak oransal su kapsamı (YOSK): (İlk hasattan önce) Saf su (10 L), kap 15 adet, 65 °C etüv. Bitkiler tam yeşilken yaprak oransal su kapasitesi belirlenmiştir. Her yinelemeden üçer adet yaprak alınıp yağ ağırlık olarak kaydedilmiştir. Yapraklar 6 saat saf suda bekletilip tartılmış ve bu turgor ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Yapraklar kese kâğıtlarında 65°C etüvde bekletildikten sonra kuru ağırlıkları saptanmıştır.

$$YOSK = 100 \frac{(YA - KA)}{(TA - KA)} \quad (3.5)$$

Eşitlikte; YOSK, yaprak oransal su kapsamı, %; YA, yağ ağırlık, g; KA, kuru ağırlık, g; TA, turgor ağırlığı, g.

### 3.2.9.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Deneme parsellerinde elde edilen verimler, yağ içerikleri, bitki boyları, bitki başına harnup sayıları ve bin tane ağırlığı ile konular arasındaki ilişkiler, ayrıca, sulama sayı ve düzeylerinin verim bileşenleri üzerine etkileri varyans ve regresyon analizleri ve Duncan testleri değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984).



Şekil 3.8. Olgunlaşma döneminden bir görünüm

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Sulama ve Su Tüketimi

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarlarına ilişkin değerler, değerleri, aşağıdaki Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, ilk yıl, 2008-2009, en az su, dallanma döneminde bir defa sulanan  $Z_1$  konusundaki  $I_{25}$  su düzeyinde sulanan konuya ve en çok su ise üç defa sulanan  $Z_4$ - $I_{100}$  konusuna, sırasıyla toplam 15 ve 248 mm su uygulanmıştır.  $Z_3$  ve  $Z_4$  konularında uygulanan su miktarları birbirine yakındır. Oysa  $Z_3$  iki,  $Z_4$  ise üç kez sulanmıştır. Ancak  $Z_3$  ilk kez çiçeklenme döneminde sulandığı için bu sulamada eksik su miktarı, çok fazla olmuştur. Su miktarları, konuların kendi toprak nem açıkları göz önüne alınarak belirlendiğinden, ilk sulamalarda fazla sulama suyu uygulanmıştır.

Çizelge 4.1. Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi, %			
	$I_{100}$	$I_{75}$	$I_{50}$	$I_{25}$
	Sulama suyu, mm			
$Z_0$	0	0	0	0
$Z_1$ : Dallanmada 1 sulama	61.1	45.8	30.5	15.3
$Z_2$ : Çiçeklenmede 1 sulama	134.5	100.9	67.3	33.6
$Z_3$ : Çiçeklenme+Tane olumunda toplam 2 sulama	248.0	210.9	141.6	77.2
$Z_4$ : Dallanma+Çiçeklenme+Tane olumunda toplam 3 sulama	248.2	231.8	174.9	92.2

Denemenin ikinci yılında, 2009-2010, konulara verilecek sulama suyu miktarları, tam sulanan konu göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla konulara uygulanan sulama suyu miktarları, tam sulanan konunun %75'i, 50'si ve 25 düzeylerinde olmuştur. Bu yetiştirme döneminde, tam sulanan  $I_{100}$  konusuna yaklaşık 299 mm verilirken,  $I_{25}$  konusuna toplam 75 mm su verilmiştir. İkinci yıl en az sulama suyu,  $Z_1$ - $I_{25}$  konusuna yaklaşık, 18 mm olarak uygulanmıştır.

Çizelge 4.2. Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi, %			
	I <sub>100</sub>	I <sub>75</sub>	I <sub>50</sub>	I <sub>25</sub>
	Sulama suyu, mm			
Z <sub>0</sub>	0	0	0	0
Z <sub>1</sub> : Dallanmada 1 sulama	71.1	53.3	35.5	17.8
Z <sub>2</sub> : Çiçeklenme de 1 sulama	82.1	61.6	41.0	20.5
Z <sub>3</sub> : Çiçeklenme+Tane olumunda toplam 2 sulama	227.8	170.5	113.7	56.8
Z <sub>4</sub> : Dallanma+Çiçeklenme+Tane olumunda toplam 3 sulama	298.8	223.8	149.2	74.6

Denemenin birinci yılında ekimden sonra yağışlı bir dönem olduğundan çıkış suyu verilmemiş, 29.3.2009 (dallanma dönemi) tarihinde ilk su, 10.04.2009 ve 30.04.2010 tarihlerinde ikinci ve üçüncü sulamalar yapılmıştır.

Denemenin ikinci yılında ise 20.03.2010 (dallanma dönemi) tarihinde ilk su, 05.04.2010 ve 08.05.2010 tarihlerinde ikinci ve üçüncü sulamalar yapılmıştır. Buradan görüleceği gibi, denemenin her iki yılında da toplam 3 sulama yapılmıştır. Her iki yetiştirme döneminde de fenolojik gözlemlere göre yetiştirme döneminde 3 kez (dallanma, çiçeklenme ve olgunlaşma) su verilmiştir. İkinci yıl ise sulanan konular ekimle birlikte tarla kapasitesine gelecek şekilde sulanmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda konulara ilişkin mevsimlik ve dönemsel bitki su tüketimi değerleri, Çizelge 4.3, 4.4 ve 4.5 'de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi farklı dönemlerde, farklı sayılarda ve değişik düzeylerde sulanan parsellerde su tüketimleri de farklı olmuştur. Su kısıntısı uygulanmayan, 120 cm'lik toprak profilinden tüketilen suyun tarla kapasitesine tamamlandığı I<sub>100</sub> deneme konusunda kanolanın mevsimlik su tüketimi (ET<sub>a</sub>), araştırma yıllarında sırasıyla 552 ve 755 mm olarak belirlenmiştir. Kanolanın Banuelos ve ark. (2002) kanolanın optimal gelişimi için mevsimlik su tüketiminin 210- 550 mm olduğunu belirlemişlerdir.

İlgili çizelgelerden anlaşılacağı gibi, susuz konunun bitki su tüketimleri, denemenin birinci yılında 381.2 mm, ikinci yılında ise 372.0 mm olarak hesaplanmıştır. Her iki yılın değerleri birbirine oldukça yakındır. Yukarıda da

değınildiği gibi, deneme yıllarında, susuz parsellere çıkış suyu verilmemiştir. İkinci yıl yağışların fazla olması, verimin artmasına neden olmuştur. Ancak, yağışların su tüketiminde aynı düzeyde etkin olmadığı; hasat zamanında kök bölgesindeki toprak nem düzeyini arttırdığı anlaşılmıştır. Birinci yıl hasat tarihi, ikinci yıla göre 10 gün önce (29 Mayıs) olmasına karşın, toprakta kalan su miktarı, 173 mm, ikinci yıl ise 257 mm'dir. Görüldüğü gibi, ilk yıl susuz konular daha fazla su stresi altında kalmışlar ve bu durum verim azalmasıyla sonuçlanmıştır.

Kanolanın yetiştirme dönemi, uzunluğu birinci yıl 193 gün, ikinci yıl ise 207 gün olmuştur. İkinci yıl ilkbahar aylarının yağışlı ve daha serin olması olgunlaşma döneminin uzamasına neden olmuştur.

Çizelge 4.3. Deneme Konularına İlişkin ET Değerleri (2009)

Sulama zamanı	Sulama Düzeyi	Sulama Suyu, mm	Yağış, mm	$\Delta S$ , mm	ET, mm
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	0.0	268.2	113.0	381.2
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	15.3	268.2	137.8	421.3
	I <sub>50</sub>	30.5	268.2	136.0	434.7
	I <sub>75</sub>	45.8	268.2	131.0	445.0
	I <sub>100</sub>	61.1	268.2	127.4	456.7
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	33.6	268.2	79.9	381.7
	I <sub>50</sub>	67.3	268.2	76.0	411.5
	I <sub>75</sub>	100.9	268.2	46.0	415.1
	I <sub>100</sub>	134.5	268.2	36.0	438.7
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	77.22	268.2	79.9	425.3
	I <sub>50</sub>	141.6	268.2	76.0	485.8
	I <sub>75</sub>	210.9	268.2	46.0	525.1
	I <sub>100</sub>	248.0	268.2	36.0	552.2
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	92.2	268.2	56.0	416.4
	I <sub>50</sub>	174.9	268.2	56,0	499,1
	I <sub>75</sub>	231.8	268.2	51.1	551,1
	I <sub>100</sub>	248.2	268.2	26,0	542,4

Sulanan konularda da benzer durum söz konusudur. İkinci yıla ilişkin yetiştirme döneminde, çimlenme riskini ortadan kaldırmak için ekim döneminde parseller tarla

kapasitesine kadar sulanmıştır. Sulamadan sonra yağışların başlaması nedeniyle  $I_0$  parsellerine su verilmemiştir. İklim koşullarının da uygun olması nedeniyle bu yetiştirme döneminde daha yüksek verimler elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme Konularına İlişkin ET Değerleri (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	Sulama Suyu, mm	Yağış, mm	$\Delta S$ , mm	ET, mm
$Z_0$	$I_0$	0.0	335.1	37.8	372.9
$Z_1$	$I_{25}$	17.8	335.1	133.4	486.3
	$I_{50}$	35.5	335.1	130.4	501.0
	$I_{75}$	53.3	335.1	141.4	529.8
	$I_{100}$	71.5	335.1	141.4	548.0
$Z_2$	$I_{25}$	20.5	335.1	173.3	528.9
	$I_{50}$	41.0	335.1	166.5	542.6
	$I_{75}$	61.4	335.1	146.2	542.7
	$I_{100}$	82.1	335.1	141.6	558.8
$Z_3$	$I_{25}$	56.8	335.1	169.2	561.1
	$I_{50}$	113.7	335.1	176.2	625.0
	$I_{75}$	170.5	335.1	128.9	634.5
	$I_{100}$	227.8	335.1	124.9	687.8
$Z_4$	$I_{25}$	74.6	335.1	135.6	545.3
	$I_{50}$	149.2	335.1	127.0	611.3
	$I_{75}$	223.8	335.1	117.1	676.0
	$I_{100}$	298.8	335.1	121.2	755.1

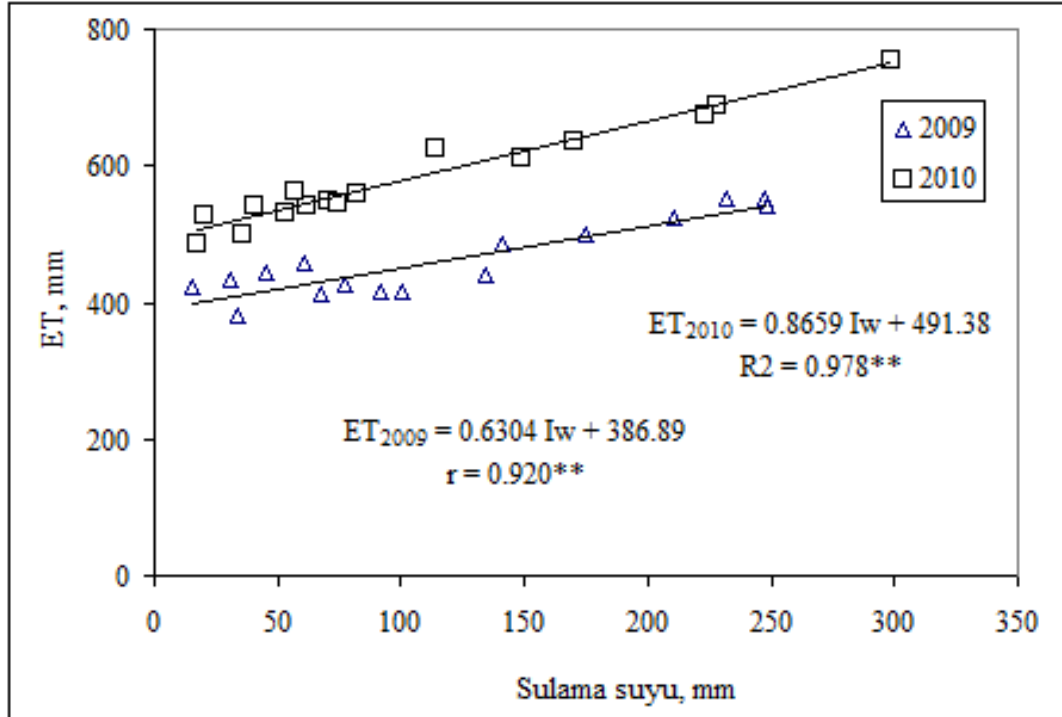
Dallanma döneminde bir kez sulanan ( $Z_1$ ) parsellerinde  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$  ve  $I_{25}$  konularının su tüketimleri sırasıyla, 421, 434, 445 ve 457 mm olmuştur. Çiçeklenme döneminde bir kez sulanan  $Z_2$ - $I_{100}$  parseline ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi 2009 yetiştirme döneminde 438 mm, 2010 yetiştirme döneminde 547 mm olarak bulunmuştur.

Tam sulanan  $Z_4$ - $I_{100}$  parseline ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi 2009 yetiştirme döneminde 542.1 mm, 2010 yetiştirme döneminde 755 mm olmuştur.

Denemenin birinci yılında  $Z_3$  ve  $Z_4$  konularına verilen sulama suyu miktarları, birbirine çok yakındır. Bu durum parsellere verilecek su miktarlarının hesaplanmasında kendi nem içeriklerinin göz önüne alınmasından ileri gelmiştir.

İkinci yıl ise sulama suyu miktarları tam sulanan konunun (kontrol parseli,  $Z_4-I_{100}$ ) nem içeriğine göre hesaplanmıştır. Ayrıca ikinci yıl yetiştirme döneminde daha fazla yağış düşmüştür. Bu yüzden araştırmanın ilk yılındaki bitki su tüketim değerleri, ikinci yıla göre daha düşüktür. Uygulanan sulama suyunun artması, yetiştirme döneminin uzunluğu ve daha fazla yağış düşmesi ET'nin bu yıl daha fazla olmasının nedenleri olarak sayılabilir.

Farklı iklim kuşağında yürütülen denemelerden saptanarak yukarıda verilen su tüketimlerinin, bu çalışmada belirlenen su tüketimi ile bu çalışmada belirlenen su tüketimi arasında paralellik bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Sulama suyu ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler

Bitkinin dönemsel olarak su tüketim değerleri aşağıdaki Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Anılan çizelgeden görüleceği gibi, kanola bitkisi, Harran Ovası iklim

koşullarında günlük ortalama en yüksek su tüketimini, çiçeklenme ve olgunlaşma dönemlerinde gerçekleştirmektedir.

Algan (1990)'nın bildirdiğine göre, kanolanın gelişme döneminde yaklaşık 500-550 mm su tüketmekte ve pik döneminde günlük su tüketimi 7-8 mm'ye ulaşmaktadır. Efetha ve Sutton (2008) tarafından Albertada uzun dönem sürdürülen çalışmalarda, kanolanın, çeşitlere bağlı olarak, mevsimlik su tüketiminin 480 mm, günlük su tüketiminin ise 7 mm olarak sunulan çalışmadan düşük ama yakın değerle elde ederken, en kritik dönemin geç vejetasyon ve çiçeklenme dönemi olduğunu, Eyob ve ark. (2010), ise kanolanın bitki su tüketiminin 709 mm, olarak gerçekleştirdiğini, Banuelos ve ark. (2002), orta Kaliforniya'da yaptıkları çalışmada bitkinin optimal gelişimi için 210-550 mm arasında değişen sulama suyunun gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.5. Kanolanın Yetiştirme Dönemlerine Göre Günlük Bitki Su Tüketimleri

Büyüme dönemi	Tarih	Bitki su tüketimi mm gün <sup>-1</sup>	Tarih	Bitki su tüketimi mm gün <sup>-1</sup>
Ekim	15.11.2008	-	17.11.2009	-
Dallanma	29.03.2009	0.81	20.03.2010	2.8
Çiçeklenme	10.04. 2009	6.72	05.04.2010	7.54
Olgunlaşma	30.04. 2009	7.95	08.05.2010	5.04
Hasat	29.05. 2009	6.14	09.06.2010	4.20

Sunulan çalışmada belirlenen günlük pik su tüketimi ve mevsimlik su tüketim literatürdeki çalışmalarla uyumlu sonuç vermiştir.

Bitki su tüketimi ile sulama suyu miktarları arasında doğrusal olarak ifade edilebilen çok yakın bir ilişki ve yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir (Şekil 4.1). Araştırmanın her iki yılında da sulama suyunun artışına paralel olarak kanolanın su tüketimi artmıştır. Bu durumun, yörenin iklim özelliklerinden, kurak ve sıcak yaz koşullarından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, aşağıda Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi, kanolanın oldukça yüksek tüketim potansiyelinden kaynaklandığı söylenebilir.

## 4.2. Sulamaların Bitki Gelişmesi ve Verimine Etkileri

### 4.2.1. Sulama-tane verimi ilişkileri

Her parselden alınan kanola tohumları gölge bir ortamda kurutulduktan sonra tartılmış ve tane verimi olarak kaydedilmiştir. Araştırma yıllarında sulama konularından elde edilen en yüksek kanola tane verimi, toprak profilindeki eksik nemin tamamının uygulandığı  $Z_4-I_{100}$  deneme konusundan, en düşük tane verimi ise sulama suyu uygulanmayan  $I_0$  deneme konusundan elde edilmiştir. Diğer sulama konularından saptanan tane verimleri bu iki değer arasında değişmiştir.

Denemenin birinci yılı (2009) sonuçlarına göre (Ek Çizelge 1), susuz konuların ( $Z_0$ ) tane verimleri ortalama dekara 103 kg olarak elde edilirken, 1 sulama ile ( $Z_1-I_{100}$ ) konusunda 155-160 kg ve ( $Z_2-I_{100}$ ) konusunda 217-223 kg, 2 sulama ile ( $Z_2-I_{100}$ ) konusunda 274 kg ve 3 sulama ile ( $Z_4-I_{100}$ ) konusunda 322 kg elde edilmiştir. Sulama konularından elde edilen kanola tane veriminin, anılan konularda oluşturulan su kısıntısıyla ters orantılı olarak artmıştır. Birçok araştırmada rastlandığı gibi, her birim su azalışına karşılık tane veriminde azalma oranının sabit olmadığı belirlenmiştir.

Öte yandan, sulama uygulamaları, verimi susuza göre önemli düzeyde artırmıştır. Sulanan konularda verim, susuza göre, 3 defa sulanan konuda %310, iki defa sulanan konuda %266 ve 1 defa sulanan konuda ise %150-155 daha yüksek bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılı (2010) sonuçlarına göre, susuz konunun ( $Z_0$ ) tane verimi ortalama dekara 146 kg, olarak elde edilirken (Ek Çizelge 2), 1 sulama ile ( $Z_1-I_{100}$ ) 260 kg ve ( $Z_2-I_{100}$ ) 327 kg, 2 sulama ile ( $Z_3-I_{100}$ ) 339 kg ve 3 sulama ile ( $Z_4-I_{100}$ ) 367 kg elde edilmiştir.

Görüldüğü gibi sulamalar verimi susuza göre önemli ölçüde artırmıştır. Susuz konuya göre, sulama ile sağlanan verim artışları, yaklaşık olarak, 3 defa sulanan konuda ( $Z_4-I_{100}$ ) %250, iki defa sulananlarda ( $Z_3-I_{100}$ ) %230 ve 1 defa sulanan konularda ( $Z_1-I_{100}$ ) %180 ile ( $Z_2-I_{100}$ ) %220 dolaylarında bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılında, susuz konularda, önceki yıla göre daha yüksek ürün alınmıştır. Bunun, yetiştirme döneminde daha fazla yağış düşmesinden ileri geldiği söylenebilir.

Ek Çizelgeler 1 ve 2'de verilen sonuçlar kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçları, Çizelge 4.6'da verilmiştir. Denemenin ilk yılına ilişkin verim sonuçlarına göre yapılan analizde görüldüğü gibi, sulama zamanları arasında %95, sulama sayıları arasında %99 ve sulama zamanları ile sulama düzeyleri etkileşimleri arasında ise %95 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmaktadır. Değerlenen öğeler kanola verimini farklı biçimde etkilemişlerdir.

Çizelge 4.6. Deneme Yıllarında Tane Verimlerine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	365.23	2311.07
Sulama Zamanı	3	33490.55*	6359.69*
Hata (A)	6	4813.67	1192.67
Sulama Düzeyleri (B)	4	44309.39**	48931.66**
AxB Etkileşimi	12	3848.83*	2682.70
Hata (b)	32	1317.19	1678.56
Genel	59		

Çalışmanın ikinci yılında ise, sulama zamanları %5, sulama düzeyleri %1 düzeyinde kanola tane verimini farklı biçimde etkilemişlerdir. Sulama düzeyleri ve sulama zamanlarının karşılıklı etkileri ise önemsiz bulunmuştur. Bu durumda, kanola tane verimini, sulama zamanları ve sulama düzeyleri birbirinden bağımsız olarak ayrı etkilemişlerdir.

Varyans analizleri sonuçlarına göre, denemenin ilk yılında sulama zamanı ile sulama düzeyleri arasındaki etkileşim önemli bulunduğundan ele alınan tüm konu bileşenlerinin ortalamaları; ikinci yılında ise sulama zamanları ile sulama düzeylerine ilişkin konu ortalamaları, ayrı ayrı, Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. Böylece, tane

verimleri arasındaki farklılığın, hangi sulama uygulamaları arasında olduğu, saptanmaya çalışılmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Deneme Konularının Duncan Testi İle Karşılaştırılması\*

Konular	2009	2010			
	Verim	Sulama Zamanı	Verim	Sulama Düzeyi	Verim
Z <sub>0</sub> I <sub>0</sub>	103.00d	Z <sub>0</sub>	146.31c	I <sub>0</sub>	146.31 c
Z <sub>4</sub> I <sub>25</sub>	116.73d	Z <sub>1</sub>	238.82b	I <sub>25</sub>	246.69b
Z <sub>4</sub> I <sub>50</sub>	164.03c	Z <sub>2</sub>	281.31a	I <sub>50</sub>	246.28b
Z <sub>4</sub> I <sub>75</sub>	155.27cd	Z <sub>3</sub>	262.66a	I <sub>75</sub>	265.19a
Z <sub>4</sub> I <sub>100</sub>	154.88cd	Z <sub>4</sub>	298.87 a	I <sub>100</sub>	323.49a
Z <sub>4</sub> I <sub>25</sub>	161.82c	Sx	17.91	Sx	10.48
Z <sub>4</sub> I <sub>50</sub>	190.27c				
Z <sub>4</sub> I <sub>75</sub>	223.37bc				
Z <sub>4</sub> I <sub>100</sub>	217.12bc				
Z <sub>4</sub> I <sub>25</sub>	214.49bc				
Z <sub>4</sub> I <sub>50</sub>	296.10ab				
Z <sub>4</sub> I <sub>75</sub>	255.05b				
Z <sub>4</sub> I <sub>100</sub>	273.97a				
Z <sub>4</sub> I <sub>25</sub>	180.49c				
Z <sub>4</sub> I <sub>50</sub>	269.65b				
Z <sub>4</sub> I <sub>75</sub>	334.84a				
Z <sub>4</sub> I <sub>100</sub>	320.37a				
Sx <sub>1</sub>	20.95				
Sx <sub>2</sub>	25.93				

\* Aynı harflerle gösterilmeyen konular %95 güvenle istatistiksel olarak farklı gruplardadır.

Buna göre tane verimleri, 2009 yılında, %95 güvenle 7 grup oluşturmuştur. Çiçeklenme ve tane olumunda iki kez sulanan Z<sub>3</sub> ile bütün dönemlerde sulanan Z<sub>4</sub>, 1. grubu, diğerleri ise ayrı grupları oluşturmuşlardır. Sonuçlar, uygulanan su kısıntısının belirli bir düzeyden sonra kanola tane veriminin azalmasına ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almasına neden olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara göre, Harran ovası koşullarında yetiştirilecek kışlık kanola çiçeklenme ve tane olumunda sulanmalıdır. Karşıt durumda, önemli düzeyde verim kaybı meydana gelmektedir.

Sulama düzeylerinin etkileri ise sulama zamanına bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Hemen tüm sulama zamanlarında I<sub>100</sub> ve I<sub>75</sub> konuları bir grup, diğer

konular ise 2. 3. ve diğer grupları oluşturmuştur. Bu sonuçlar, yapılacak su kısıntısının %25 ten fazla olması halinde tane veriminin önemli düzeyde etkileneceğini göstermektedir. Dünyada yapılan birçok çalışmada kanolada optimum ürüne ulaşmak için elverişli nemin %75'in üzerinde olması önerilmektedir. Bu çalışma sonuçları literatürdeki sonuçlarla uyum içerisindedir.

Efetha ve Sutton (2008) yeterli bir ürün için elverişli toprak nemin %50 veya daha yüksek olmasının gerektiğini, en kritik dönemin geç vejetasyon ve çiçeklenme dönemi olduğunu, Banuelos ve ark. (2002), orta Kaliforniya'da yaptıkları çalışmada kanolanın elverişli nem düzeyine karşı çok duyarlı olduğunu bildirmektedirler.

Çizelgede 4.7'de görüldüğü gibi sulama zamanları, tane verimini önemli düzeyde etkilemiştir. Dallanma ve çiçeklenme döneminde ( $Z_1$  ve  $Z_2$ ) 1 defa su verilmiştir. Sulama sayıları aynı olmasına karşın çiçeklenme döneminde verilen su, dallanma dönemindeki sulamaya göre verimi önemli düzeyde artırmıştır.  $Z_2$  konusu bir kez sulanmasına karşın, 2 ve 3 kez sulanan konularla aynı grupta yer almıştır. Bu durum çiçeklenme döneminde sulamanın verim üzerine etkisinin önemini bir göstergesi olarak düşünülmelidir.

Sulama sayıları 2 ve 3 olan konularda ise verim farklılıkları olmasına karşın, artışlar arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli değildir. Buna göre, eğer sulama suyunun kıt olduğu bir yerde kanola yetiştiriliyorsa ve bir defa su verilecekse, sulamanın çiçeklenme zamanı yapılması tercih edilmelidir.

Kanola bitkisinin çeşitli gelişme dönemlerinde su kısıntısı uygulanarak yürütülen denemelerden elde edilen kanola tane verimleriyle bu çalışmada belirlenen verim değerleri arasında paralellik görülmektedir.

Çalışmanın ikinci yılında, sulama zamanlarının tane verimine etkileri önceki yılda yapıldığı gibi, Duncan testi ile gruplandırılmıştır. Çiçeklenme döneminde bir kez sulanan  $Z_2$  ve çiçeklenme ve tane olumunda iki kez sulanan  $Z_3$  ile bütün dönemlerde (3 kez) sulanan  $Z_4$ , 1. grubu, diğerleri ise ayrı grupları oluşturmuşlardır (Çizelge 4.7). Aynı yıla ilişkin sulama düzeylerine ilişkin karşılaştırmada,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$  düzeyleri birlikte birinci,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$  ikinci ve  $I_0$  ise %99 güvenle üçüncü verim grubunu oluşturmuştur. Bu yılın sonuçları da benzerdir ve Harran ovası koşullarında yetiştirilecek kışlık kanola bitkisi, çiçeklenme ve tane olum dönemlerinde tam

sulanmalıdır; eksik sulamaların önemli düzeyde verim kaybına neden olacağı anlaşılmıştır.

Çizelgede görüldüğü gibi sulama zamanları tane verimini önemli düzeyde etkilemiştir.  $Z_1$  ve  $Z_2$  de dallanma ve çiçeklenme döneminde 1 defa su verilmiştir. Sulama sayıları aynı olmasına karşın çiçeklenme döneminde verilen su, dallanma dönemindeki sulamaya göre verimi önemli düzeyde artırmıştır. Buna göre, eğer sulama suyunun kıt olduğu bir yerde kanola yetiştiriliyorsa sulama çiçeklenme zamanı yapılmalıdır. Sulama sayıları 2 ve 3 olan konularda ise verim artışı olmasına karşın, artışlar arasındaki fark istatistiksel anlam da önemli değildir.

Sulama düzeylerinin karşılaştırmasında görüldüğü gibi her sulama zamanı için eksik nemin %100' ünün ve %75' inin verildiği  $Z_4$  konuları aynı gruba girmiş ve bu parsellerde tane verimi bakımından önemli fark bulunamamıştır. Bunun nedeni bu yıl kanola yetiştirme döneminde alınan yağışların fazla olmasıdır. Bu sonuçlara göre %25'ten fazla su kısıntısının kanolada önemli düzeyde ürün kaybına neden olacağını göstermektedir.

Clarke ve Simpson (1977), sulamanın verimi artırdığını ve tansiyometrelerle uygun bir sulama programı yapılabileceğini; Al-Jaloud ve ark. (1996) iki çeşit kolzanın verim ve verim bileşenleri üzerine etkileri konusunda yapılan çalışmada, farklı iki su kaynağının verimi önemli düzeyde artırdığını belirtmişlerdir.

Farajı ve ark. (2008), sulamanın, iki çeşit kanolanın bakla (harnup) verimini ve çiçek sayısını artırdığını, Tahir ve ark. (2007) erken vejetatif dönemde, çiçeklenmede ve tohum bağlama döneminde verilen üç su ile büyüme hızı, net asimilasyon miktarı, harnup başına tane sayısı, tohum veriminin en yüksek olduğunu, tohumların yağ ve protein içeriklerinin ise sulama düzeylerinden etkilenmediğini açıklamışlardır. Dadıvar ve Khodshenas (2007), sulamanın bitki başına bakla sayısı üzerine önemli ölçüde etkili olduğunu; Banuelos ve ark. (2002) orta Kaliforniya'da yaptıkları bir çalışmada sulamanın, kuru maddeyi artırdığını ve kanolanın elverişli nem varlığına çok duyarlı olduğunu; Mingeau (1974), Clark ve Simpson (1978), Prikar ve ark. (1981), Singh ve ark. (1981), özellikle, çiçeklenme öncesi sulamanın çok önemli olduğuna değinmişlerdir.

Rahnema ve Bakhshandeh (2006), su stresi arttıkça bitki başına harnup sayısı ve tane veriminin azaldığını; Hati ve ark.(2001) sulama sayısı arttıkça tohum veriminin arttığını bildirmişlerdir. Panda ve ark. (2004) ise sulamanın kanola verimini %41.7-%62.9 oranında artırabileceğini belirtmişlerdir. Tahir ve ark. (2007) üç sulama düzeyinin maksimum gelişmeyi, net asimilasyon hızını, kapsül başına tohum sayısını ve tane verimini artırdığını belirtmişlerdir.

Hative ark. (2001) ve Panda ve ark. (2004) sulama sayılarındaki artışların tane verimini artırdığını; Ahmadi ve Bahrani (2009) kanolanın çiçeklenme döneminin suya en duyarlı olduğunu ve bu dönemde su stresinin tane verimini %29.5 düşürdüğünü; bitki başına harnup sayısının su stresine en duyarlı verim bileşeni olduğunu belirterek, bunun biyolojik verim ve tane verimiyle en yüksek korelasyon katsayılarına sahip olduğunu bildirmiştir.

Champolivier ve Merrin (1996) verim ve verim bileşenlerinin esas olarak çiçeklenme ve tohum bağlama döneminin sonuna kadar olan dönemdeki su eksikliğinden etkilendiğini, Mendham ve Salisbury (1995) stresin tohum bağlama süresini kısalttığını ve dolayısıyla verimin azaldığını, Daneshmand ve ark. (2007) geç gelişme döneminde oransal yaprak su kapsamını yüksek düzeyde tutan çeşitlerin verimlerinin daha yüksek olduğunu, Massoud Snaki ve ark. (2007) en fazla verim azalışının çiçeklenme ve harnup bağlama sırasındaki su stresinden ileri geldiğini, Rahnema ve Bakhshandeh (2006), erken ilkbaharda sadece bir kez sulamanın en fazla ürün kaybına neden olduğunu değinirken, Muhammad ve ark. (2007) en yüksek verimin erken vejetasyon, çiçeklenme ve tohum bağlama döneminde verilen üç sulama ile alındığını, Eyob ve ark. (2010), su stresinin olgunlaşmayı geciktirdiğini, belirtmektedirler.

Kanolada su verim ilişkileri üzerine yapılan birçok çalışma, bu bitkide optimum ürün düzeyine ulaşmak için kök bölgesindeki elverişli nemin yetişme dönemi süresince %75'in üzerinde olmasının gerekli olduğu bildirilmektedir. Denemeden elde edilen sonuçlar, yukarıda özetlenerek verilen araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

#### 4.2.2 Sulamaların Tane Büyüklüğüne Etkisi

Tane büyüklüğünün ölçüsü olarak, bintane ağırlıkları kullanılmıştır. Her parselden alınan tohum örnekleri, üç yinelemeli olarak, sayılarak tartılmış ve ortalamaları bin tane ağırlığı olarak kaydedilmiştir (Ek Çizelge 3 ve 4).

Denemenin birinci yılı (Ek Çizelge 3) sonuçlarına göre, susuz konunun ( $Z_0$ ) bin tane ağırlığı 1.80 g olarak elde edilirken, bu değer 1 sulama ile ( $Z_1-I_{100}$ ) 2.33 g ve ( $Z_2-I_{100}$ ) 2.40 g, 2 sulama ile ( $Z_3-I_{100}$ ) 2.9 g ve 3 sulama ile ( $Z_4-I_{100}$ ) 2.83 g'a yükselmiştir. Görüldüğü gibi, sulamalar bin tane ağırlığını susuza göre artırmıştır. Susuz konu ile sulanan konular arasında artış oranları yaklaşık olarak, 3 defa sulanan parsellerle ( $Z_4-I_{100}$ ) %57, iki defa sulananlarla ( $Z_3-I_{100}$ ) %61 ve 1 defa sulananlarla ( $Z_1-I_{100}$ ) ile ( $Z_2-I_{100}$ ) için %29-33 dolaylarında bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılı sonuçlarına göre, susuz konunun ( $Z_0$ ) bin tane ağırlığı 1.87 gr olarak elde edilirken, 1 sulama ile ( $Z_1-I_{100}$ ) 2.27-2.43 g ve ( $Z_2-I_{100}$ ) 2.10-2.40 g arasında, 2 sulama ile ( $Z_3-I_{100}$ ) 2.30-2.67 g ve 3 sulama ile ( $Z_4-I_{100}$ ) 2.10 2.63 g arasında elde edilmiştir. Görüldüğü gibi, sulamalar bin tane ağırlığını susuza göre artırmıştır. Susuz konu ile sulanan konulara göre artışlar, yaklaşık olarak, 3 defa sulanan parsellerle ( $Z_4-I_{100}$ ) %40, iki defa sulananlarla ( $Z_3-I_{100}$ ) %43 ve 1 defa sulananlarla ( $Z_1-I_{100}$ ) %30 ile ( $Z_2-I_{100}$ ) %28 düzeyinde olmuştur (Ek çizelge 4).

Sonuçlar varyans analizi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.8). Varyans analiz çizelgesinde görüldüğü gibi, sulamalar tane büyüklüğünü önemli düzeyde etkilemiştir. Denemenin ilk yılında, sulama zamanları (sayıları) tane büyüklüğünü, istatistiksel olarak, %5, sulama düzeyleri ise %1 düzeyinde etkilemiştir. Sulama zamanları ile uygulama düzeyleri arasında etkileşim ise önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci yılında ise, sulama zamanlarının tane büyüklüğüne etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; sulama düzeyleri, istatistiksel olarak, %1 önem düzeyinde etkilemiştir. Sulama zamanları ile uygulama düzeyleri arasında etkileşim ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8). Buradan, sulama zamanları ve sulama düzeylerinin bintane ağırlığının bağımsız olarak ayrı ayrı etkilediği söylenebilir.

Çizelge 4.8. Konulardan Elde Edilen Bin Tane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	0.56	0.20
Sulama Zamanı	3	1.12*	0.08 <sup>ns</sup>
Hata (A)	6	0.13	0.22
Sulama Düzeyleri (B)	4	1.35**	0.58**
AxB Etkileşimi	12	0.09	0.08
Hata (b)	32	0.06	0.09
Genel	59		

Sulama zamanları ve su düzeylerine ilişkin konu ortalamaları, Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Çizelge 4.9'da verilmiştir. Yapılan Duncan testi ile sulama zamanlarının tane büyüklüğüne etkileri gruplandırılmıştır. Çalışmanın ilk yılında, sulama zamanları birbirinden farklı iki grup oluşturmuştur. Sulanan konuların tümü birlikte birinci (a), sulanmayan konu ise ikinci (b) verim grubuna girmiştir. Sulama düzeyleri ise, üç farklı grupta toplanmıştır. I<sub>100</sub> ve I<sub>75</sub> sulama düzeyleri birinci (a); I<sub>50</sub> ve I<sub>25</sub> sulama düzeyleri, ikinci (b) ve sulanmayan konu üçüncü (c) verim grubuna girmişlerdir. Buradan, kanolanın Harran Ovası koşullarında kanolanın en azından dallanma döneminde bir kez sulanmasının gerektiği; su kısıntısının verimde önemli kayıplara neden olabileceği, sonucu çıkarılabilir.

İkinci deneme yılında ise, çiçeklenme ve tane olumunda iki kez sulanan Z<sub>3</sub> ile bütün dönemlerde (3 kez) sulanan Z<sub>4</sub>, birinci, dallanma ve çiçeklenme döneminde bir kez sulanan Z<sub>1</sub> ve Z<sub>2</sub> ikinci grubu (b), susuz konu üçüncü grubu (c) oluşturmuştur. Bu yılın sonuçlarına göre de, Harran ovası koşullarında yetiştirilecek kışlık kanolanın tüm yetiştirme dönemlerinde sulanmasının gerektiği, aksi halde tanelerin tam doldurulamayacağını ve bu durumun önemli düzeyde verim kaybı ile sonuçlanacağı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.9. Bin Tane Ağırlığına İlişkin Ortalamaların Duncan Testi İle Karşılaştırılması

2009				2010			
Sulama Zamanı		Sulama Düzeyi		Sulama Zamanı		Sulama Düzeyi	
Z <sub>0</sub>	1.80b	I <sub>0</sub>	1.80c	Z <sub>0</sub>	1.87c	I <sub>0</sub>	1.87b
Z <sub>1</sub>	2.22a	I <sub>25</sub>	2.43b	Z <sub>1</sub>	2.35b	I <sub>25</sub>	2.56a
Z <sub>2</sub>	2.28a	I <sub>50</sub>	2.58b	Z <sub>2</sub>	2.25b	I <sub>50</sub>	2.32a
Z <sub>3</sub>	2.91a	I <sub>75</sub>	2.56a	Z <sub>3</sub>	2.33a	I <sub>75</sub>	2.27a
Z <sub>4</sub>	2.74a	I <sub>100</sub>	2.58a	Z <sub>4</sub>	2.63a	I <sub>100</sub>	2.38a
S <sub>x</sub>	0.27	S <sub>x</sub>	0.34	S <sub>x</sub>	0.073	S <sub>x</sub>	0.22

\* Aynı harflerle gösterilmeyen konular %95 güvenle istatistiksel olarak, farklı gruplardadır

Sulama düzeyleri ise iki grup altında toplanmıştır. Buna göre, tüm sulama düzeyleri, birlikte, birinci; sulanmayan konu ise ikinci verim grubunda yer almıştır. Bu sonuçlara göre, 2010 yılında kanolanın her gelişme döneminde sulanması halinde, su kısıntısının kanola da tane büyüklüğünü önemli düzeyde etkilemeyeceğini göstermektedir.

İki deneme yılına ilişkin bu farklı sonucun, yetiştirme dönemlerinde karşılaşılan farklı iklim koşullarından ileri geldiği düşünülebilir. Tahir ve ark. (2007) erken vejetatif dönemde, çiçeklenmede ve tohum bağlama döneminde verilen üç su ile bin tane ağırlığının en yüksek düzeye ulaştığını belirtmektedirler. Krogman ve Hobbs (1975) uygun toprak nem koşullarında, yaprakların ve harnupların verim artışında önemli rolü olduğunu, tohumların olgunlaşması sırasındaki nem eksikliğinin tanelerin küçük kalmasına ve verimin azalmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Tane büyüklüğü verimi etkileyen en önemli bileşenlerden biridir. Tane olum döneminde kök bölgesinde yeterince su bulamayan bitkiler, tohumları yeterince dolduramamakta, taneler cılız kalmakta ve bu durum ürün azalmasının bir nedeni olmaktadır. Sunulan çalışmadan elde edilen sonuçlar, yukarıda özetlenen sonuçlarla kısmen benzerlikler taşımaktadır.

### 4.2.3. Sulamaların Biyo-Kütle Verimi Üzerine Etkileri

Her parselden hasat edilen kanola bitkileri kurutulduktan sonra tartılmış ve biyo-kütle verimi olarak kaydedilmiştir. Denemenin birinci yılı (2009) sonuçlarına göre, susuz konuların ( $Z_0$ ) biyo-kütle verimleri ortalama dekara 412 kg, olarak elde edilirken, 1 sulama ile biyo kütle verimi 690 kg, 2 sulama ile 781-803 kg ( $Z_2-I_{100}$  ile  $Z_3-I_{100}$ ) ve 3 sulama ile ( $Z_4-I_{100}$ ) 1060-1070 kg biyo-kütle elde edilmiştir (Ek Çizelge 5). Sulamalar biyo-kütle verimini, susuz konuya göre, önemli düzeyde artırmıştır. Susuz konu ile tam sulanan konu arasında verim artış oranı, yaklaşık olarak, %157, 1 defa sulanan konu ile %50, ve iki defa sulanan konu ile %100 olmuştur.

2010 yılı sonuçlarına göre susuz konunun ortalama biyo-kütle verimi dekara 678 kg iken, 1 sulama ile biyo kütle verimi 1044 kg, 2 sulama ile 1025-1169 kg ve 3 sulama ile ( $Z_4-I_{100}$ ) 1485 kg olmuştur. Sulamalar biyo-kütle verimini susuza göre artırmıştır. Susuz konu ile tam sulanan konu arasında biyokütle verim artış oranı yaklaşık olarak ( $Z_4-I_{100}$ ) %120, 1 defa sulanan konu ile %53, ve iki defa sulanan konularda %51-72 olmuştur (Ek Çizelge 6).

Ek çizelge 5 ve 6'da verilen değerler kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, 2009 yılında Harran ovasında kışlık olarak ekilen kanolanın biyokütle verimlerini sulama düzeyleri, istatistiksel olarak %95 güvenle farklı biçimde etkilerken, sulama zamanlarının etkisi, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İkinci deneme yılında ise, sulama zamanları arasında istatistiksel olarak %95, sulama düzeyleri arasında ise %99 güvenle önemli farklılıkların olduğu anlaşılmıştır. Biyokütle verimleri de sulama zamanı ve su düzeylerinden ayrı ayrı, bağımsız olarak, etkilenmişlerdir.

Çizelge 4.10. Deneme Konularının Biyokütle Verimlerine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	5506.10	2349667.94
Sulama Zamanı	3	169263.70 <sup>ns</sup>	81045.92*
Hata (a)	6	42873.36	15377.55
Sulama Düzeyleri (B)	4	426454.22**	496975.66**
AxB Etkileşimi	12	21300.99	52113.98
Hata (b)	32	13960.33	32544.48
Genel	59		

Deneme konularına ilişkin ortalama değerler arasındaki farkın, istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, Duncan testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Biyokütle Ortalamalarının Duncan Testi İle Karşılaştırılması\*

2009				2010			
Sulama Zamanı		Sulama Düzeyi		Sulama Zamanı		Sulama Düzeyi	
Z <sub>0</sub>	412.6c	I <sub>0</sub>	412.6c	Z <sub>0</sub>	678.6c	I <sub>0</sub>	678.57c
Z <sub>1</sub>	632.1b	I <sub>25</sub>	652.8b	Z <sub>1</sub>	1035.7b	I <sub>25</sub>	1118.75b
Z <sub>2</sub>	754.8b	I <sub>50</sub>	824.1a	Z <sub>2</sub>	1079.2b	I <sub>50</sub>	1091.37b
Z <sub>3</sub>	836.3b	I <sub>75</sub>	859.4a	Z <sub>3</sub>	1149.7a	I <sub>75</sub>	1119.64a
Z <sub>4</sub>	946.8a	I <sub>100</sub>	833.8a	Z <sub>4</sub>	1246.1a	I <sub>100</sub>	1180.95a
Sx	54.46	Sx	34.11	Sx	32.02	Sx	52.08

\* Aynı harflerle gösterilmeyen konular %95 güvenle istatistiksel olarak farklı gruptadır

Çalışmanın ilk yılında sulama zamanları birbirinden farklı üç grup oluşturmuştur. Mevsim içerisinde üç kez Z<sub>4</sub> konusu birinci (a), Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub> konuları birlikte ikinci (b) ve susuz konu, Z<sub>0</sub> ise sonuncu, üçüncü (c) verim grubunu oluşturmuştur.

Sulama düzeyleri için yapılan gruplandırmada da yine üç grup oluşmuştur.  $I_{50}$ ,  $I_{75}$  ve  $I_{100}$  sulama düzeyleri birinci (a),  $I_{25}$  düzeyi ikinci (b) ve susuz konu  $Z_0$ - $I_0$  ise üçüncü(c) gruba girmiştir. Bu durumda, 2009 yılı sonuçlarına göre, kanola bitkisinin tüm gelişme evrelerinde sulanması ve su kısıntısının en fazla %50 düzeyinde tutulması gerektiği, söylenebilir.

İkinci deneme yılında ise, sulama zamanları yine üç farklı verim grubu oluşturmuştur.  $Z_3$  ve  $Z_4$  konuları birinci (a),  $Z_2$  ve  $Z_1$  ikinci (b),  $Z_0$  ise üçüncü gruba girmiştir (Çizelge 4.11). Sulama düzeyleri ile yapılan gruplamada ise  $I_{100}$  ve  $I_{75}$  birlikte birinci (a),  $I_{50}$  ve  $I_{25}$  konuları ikinci (b) ve  $I_0$  konusu ise üçüncü (c) grubu oluşturmuştur. İkinci yıl sonuçları da, ilk yıla benzerdir. Bitkinin en azında iki yetişme evresinde sulanması ve sulama suyu kısıntısının %25 düzeyinde tutulması gerektiği, anlaşılmaktadır.

#### 4.2.4. Sulamaların Bitki Dal Sayısına Etkileri

Kanolada dal sayıları, bitki gelişmesi yanında ekim sıklığından da etkilenmektedir. Bitkilerde dal sayılarını saptamak için hasat öncesi parsellerin değişik yerlerinde seçilen beş bitkide ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin ortalamaları alınarak, bitki başına dal sayısı olarak kaydedilmiştir (Ek Çizelge 7 ve 8).

Denemenin birinci yılında, susuz konunun ( $Z_0$ ) bitki başına ortalama dal sayısı, 5.33; bir sulama ile ( $Z_1$ - $I_{100}$ ) 6.20 ve ( $Z_2$ - $I_{100}$ ) 7.0, iki sulama ile ( $Z_3$ - $I_{25}$ - $I_{100}$ ) 7.0-6.53 ve üç sulama ile ( $Z_4$ - $I_{100}$ ) 7.60 olarak elde edilmiştir (Ek çizelge 7). Görüldüğü gibi, sulamalar bitki başına dal sayısını susuza göre, önemli ölçüde artırmıştır. Susuz konu ile sulanan konular arasında artış oranları, yaklaşık olarak, üç defa sulanan parsellerle ( $Z_4$ - $I_{100}$ ) %43, iki defa sulananlarla ( $Z_3$ - $I_{100}$ ) %31 ve bir defa sulananlarla ( $Z_1$ - $I_{100}$ ) %16 ile ( $Z_2$ - $I_{100}$ ) için % 31 olmuştur. Tam sulanan konuda da sulama düzeyleri arttıkça bitki başına dal sayıları da artmıştır.

Denemenin ikinci (2010) yılı sonuçlarına göre, susuz konunun ( $Z_0$ ) bitki başına ortalama dal sayısı 7.07 olarak elde edilirken, bir sulama ile ( $Z_1$ - $I_{100}$ ) 8.87-9.0 ve ( $Z_2$ - $I_{100}$ ) 9.13-9.80, iki sulama ile ( $Z_3$ - $I_{100}$ ) 8.73 ve üç sulama ile ( $Z_4$ - $I_{100}$ ) 9.0 olarak elde edilmiştir (Ek Çizelge 8). Görüldüğü gibi, sulamalar bitki başına dal

sayısını susuza göre, önemli ölçüde artırmıştır. Susuz konu ile sulanan konular arasında artış oranları yaklaşık olarak, üç defa sulanan parsellerle ( $Z_4-I_{100}$ ) %27, iki defa sulananlarda ( $Z_3-I_{100}$ ) %23, ve bir defa sulananlarda ( $Z_1-I_{100}$ ) %26 ile ( $Z_2-I_{100}$ ) için %31 olmuştur. Tam sulanan kanolada da sulama düzeyleri arttıkça bitki başına dal sayıları da artma eğilimi göstermiştir.

Ek çizelgelerde verilen değerler kullanılarak yapılan varyans analizi ile ilgili sonuçlar, Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Deneme Konularının Yan Dal Sayılarına İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	5.21	0.0015
Sulama Zamanı (A)	3	1.39 <sup>ns</sup>	1.08 <sup>ns</sup>
Hata (a)	6	1.02	0.88
Sulama Düzeyleri (B)	4	2.54*	7.89**
AxB Etkileşimi	12	0.67	0.22
Hata (b)	32	0.60	0.78
Genel	59		

2009 yılı uygulamalarından elde edilen sonuçlara göre, sulama zamanları arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı, buna karşı sulama düzeyleri %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

İkinci deneme yılında ise benzer sonuçlar alınmıştır. Sulama zamanları dal sayılarını istatistiksel olarak etkilemezken, sulama düzeyleri, istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde dal sayılarını farklı biçimde etkilemiştir.

Sulama düzeylerine ilişkin ortalama değerlerin arasındaki farklılığın önem düzeyleri, Duncan yöntemi ile test edilmiş, elde edilen sonuçlar, Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13.Yan Dal Ortalamalarının Duncan Testi İle Karşılaştırılması\*

Sulama Düzeyi	2009	2010
I <sub>0</sub>	5.33b	7.1b
I <sub>25</sub>	6.37a	8.59a
I <sub>50</sub>	6.20a	8.75a
I <sub>75</sub>	6.17a	9.07a
I <sub>100</sub>	6.52a	8.93a
S <sub>x</sub>	0.22	0.25

\* Aynı harflerle gösterilmeyen konular %95 güvenle istatistiksel olarak farklı gruplardadır

Elde edilen sonuçlara göre, her iki deneme yılında da sulama düzeyleri iki farklı grup oluşturmuştur. Sulanan tüm konular birlikte birinci (a), sulanmayan konu ise ikinci (b) verim grubuna girmiştir. Buradan, kanola bitkisinde sulamanın, susuz konuya göre, dal sayısını ilk yıl %95, ikinci yıl %99 güvenle önemli ölçüde artırmıştır.

Benzer konuda çalışan, Majid ve Simpson (1997), üç sulama ile kanola bitkisinde maksimum büyüme hızına ve maksimum net asimilasyon hızına ulaşıldığını bitki boyu ve dal sayısının sulama sıklığıyla arttığını bildirmiştir. Değinen sonuçlar, Rathore ve Patel (1990)'in çalışmaları ile desteklenmiştir. Sunulan çalışmada da sulama sayısından çok, sulama uygulamasının dal sayısını artırdığı belirlenmiştir. Bu durumun, yörenin kuru ve sıcak ikliminden kaynaklandığı düşünülebilir.

#### 4.2.5. Sulama ile Harnup Sayısı İlişkisi

Kanolada bitki başına harnup sayısı bitki gelişmesi yanında, ekim sıklığından da etkilenmektedir. Bu tür etkilerin düzeyini belirlemek için hasat öncesi parsellerin değişik yerlerinde seçilen beş bitkide ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin ortalamaları alınarak bitki harnup sayısı olarak kaydedilmiştir (Ek Çizelge 9 ve 10).

Denemenin birinci yılı (Ek Çizelge 9) sonuçlarına göre, susuz konuda (Z<sub>0</sub>) bitki başına ortalama harnup sayısı 42 olarak bulunmuştur. Buna karşı, bir sulama ile

(Z<sub>1</sub>-I<sub>100</sub>) 80 ve (Z<sub>2</sub>-I<sub>100</sub>) 88.4, iki sulama ile (Z<sub>3</sub>-I<sub>100</sub>) 100.7 ve üç sulama ile (Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub>) 143.7 olarak elde edilmiştir. Görüldüğü gibi, sulama sayıları ve düzeyleri bitki başına harnup sayısını önemli düzeyde artırmıştır. Susuz konu ile sulanan konular arasında artış oranları, yaklaşık olarak, üç defa sulanan parsellerde (Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub>) %240 iki defa sulananlarda (Z<sub>3</sub>-I<sub>100</sub>) %140., ve bir defa sulananlarda %91 (Z<sub>1</sub>-I<sub>100</sub>) ile %110 (Z<sub>2</sub>-I<sub>100</sub>) düzeylerinde olmuştur. Tam sulanan konuda da sulama düzeyleri arttıkça bitki başına harnup sayılarında da artma eğilimi göstermiştir.

Denemenin ikinci yılı sonuçlarına göre (Ek Çizelge 10), susuz konuda (Z<sub>0</sub>) bitki başına ortalama harnup sayısı 45 olarak bulunmuştur. Buna karşı, bir defa sulanan konularda 63 (Z<sub>1</sub>-I<sub>100</sub>) ve 67 (Z<sub>2</sub>-I<sub>100</sub>), iki defa sulananlarda 51 (Z<sub>3</sub>-I<sub>100</sub>), ve üç defa sulanan konuda 66.61 harnup (Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub>) olarak elde edilmiştir. Görüldüğü gibi bu yetişme döneminde de sulamalar, bitki başına harnup sayısını, susuz konuya göre, önemli ölçüde artırmıştır. Susuz konuya göre sulanan konulardaki artış oranları, yaklaşık olarak, üç defa sulanan parsellerde % 45 (Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub>), iki defa sulanan parsellerde %13 (Z<sub>3</sub>-I<sub>100</sub>) ve bir defa sulananlarda %40 (Z<sub>1</sub>-I<sub>100</sub>) ile %48 (Z<sub>2</sub>-I<sub>100</sub>) olarak ölçülmüştür.

Ek çizelge 9 ve 10'daki değerler kullanılarak yapılan varyans analizi ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Deneme Konularının Harnup Sayılarına İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	1352.80	123.92
Sulama Zamanı (A)	3	1889.23 <sup>ns</sup>	6822.88 <sup>ns</sup>
Hata (a)	6	949.15	20890.10
Sulama Düzeyleri (B)	4	5975.78 <sup>**</sup>	21561.35 <sup>*</sup>
AxB Etkileşimi	12	432.17	2560.02
Hata (b)	32	412.41	4924.18
Genel	59		

Çizelgeden görüldüğü gibi, her iki deneme yılında benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Sulama zamanları arasında istatistiksel anlamda önemli farklar

bulunamamıştır. Buna karşı, sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak ilk yıl % 1, ikinci yıl ise %5 düzeyinde önemli farkların olduğu saptanmıştır. Sulama zamanları arasında istatistiksel olarak herhangi önemli bir farkın olmaması, anılan konular arasında görülen kimi farklılıkların, tümüyle tesadüfen meydana geldiğın, harnup sayıları üzerine, sulama zaman ve sayılarının istatistiksel olarak farklı etki etmediklerini göstermektedir.

Sulama düzeylerine ilişkin konu ortalamaları arasındaki farklar, Duncan yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Harnup Sayısı Ortalamalarının Duncan Yöntemi İle Karşılaştırılması\*

Sulama Düzeyleri	2009	2010
I <sub>0</sub>	42c	44.89b
I <sub>25</sub>	77.08b	52.81a
I <sub>50</sub>	85.88b	57.50a
I <sub>75</sub>	80.58b	63.19a
I <sub>100</sub>	103.04a	59.58a
S <sub>x</sub>	5.86	20.25

\* Farklı harflerle gösterilen konular, istatistiksel olarak, %95 güvenle ayrı verim grubundadır

Çalışmanın ilk yılında sulama düzeyleri, üç farklı grup oluşturmuştur. Buna göre, I<sub>100</sub>konusu birinci (a), I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub> ve I<sub>25</sub> konuları birlikte ikinci (b) ve susuz konu (I<sub>0</sub>) ise üçüncü gruba girmiştir. Bu sonuçlar,sulama suyunda yapılacak herhangi düzeydeki bir kısıntının, harnup sayısını, önemli düzeyde azaltacağını göstermektedir. Bir başka deyişle harnup sayısı, sulama zamanından çok, sulama suyu miktarı ile yakından ilişkilidir.

Benzer sonuçlar, çalışmanın ikinci yılında da elde edilmiştir. Sulanan konularda bitki başına harnup sayıları, susuz konudan önemli düzeyde farklılık gösterirken, sulama zamanları harnup sayılarını istatistiksel olarak etkilememiştir. Sulama düzeyleri birlikte birinci (a) verim grubunu oluştururken, susuz konu ikinci (b) gruba girmiştir. Bu durumda, %75 düzeyine dek su kısıntısının yapılabileceği, harnup sayılarında herhangi bir önemli azalmanın olmayacağı söylenebilir.

Denemenin ikinci yılında elde edilen sonuçlar, birinci yıldan farklılıklar göstermiştir. Bu durum ikinci yılda kanolanın yetiştirme dönemindeki yağışların fazlalığından ileri geldiği düşünülebilir.

Birçok çalışma kanolada optimum ürüne ulaşmak için elverişli nemin %75 in üzerinde olması önerilmiştir. Hall (1992), sulamanın harnup başına tohum sayısı üzerine etkisinin diğer bileşenlerden daha fazla olduğunu ve su eksikliğinin çiçeklenmeden olgulaşmaya kadar olan dönemde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Tahir ve ark. (2007), erken vejetatif dönemde, çiçeklenmede ve tohum bağlama döneminde verilen üç su ile, harnup başına tane sayısı ve tohum veriminin en yüksek olduğunu, sulama sayıları ile bitki başına harnup sayısı ve harnup başına tane sayısı arasında doğrusal bir ilişki bulunduğunu, bitki başına en az harnup sayısının erken olgunlaşma dönemindeki bir sulama ile kaydedildiğini bildirmişlerdir. Sunulan çalışma, literatürdeki sonuçları desteklemektedir.

#### 4.2.6. Sulamaların Bitki Boyları Üzerine Etkileri

Kanolada bitki boylarının sulamadan etkilenip etkilenmediğini belirlemek için hasat zamanı parsellerde boy ölçümü yapılmıştır. Denemenin birinci yılı sonuçlarına göre (Ek Çizelge 11), susuz konuda ( $Z_0$ ) ortalama bitki boyu 103 cm olarak ölçülmüştür. Diğer konularda, örneğin bir sulama yapılan konuda ( $Z_1-I_{100}$ ) ortalama bitki boyu 145 cm,  $Z_2-I_{100}$  konusunda 88.4 cm, iki sulama yapılan  $Z_3-I_{100}$  konusunda 100.67 ve üç sulama uygulanan  $Z_4-I_{100}$  konusunda 150 cm olarak elde edilmiştir. Görüldüğü gibi, sulamalar, bitki boylarını susuza göre önemli ölçüde artırmıştır. Susuz konuya göre, sulanan konulardaki artış oranları, yaklaşık olarak, üç defa sulanan parsellerde %150 ( $Z_4-I_{100}$ ) iki defa sulananlarda %140 ( $Z_3-I_{100}$ ) ve bir defa sulananlarla %91 ( $Z_1-I_{100}$ ) ile %110 ( $Z_2-I_{100}$ ) düzeylerindedir. Tam sulanan konuda da sulama düzeyleri arttıkça bitki boyları da artma eğilimi göstermiştir.

Çalışmanın ikinci yılında da, benzer sonuçlar alınmıştır (Ek Çizelge 12). Susuz konuda ortalama bitki boyu, 117.0 cm olduğu halde  $I_{100}$  konusunda 160.5 cm dir. Sulama ile yaklaşık %36-38 düzeyinde boy artışları elde edilmiştir. Sulanan

konularda boy artışları arasında çok fazla farklılıklar görülmemiştir. Örneğin, I<sub>25</sub> ile I<sub>100</sub> sulama düzeyleri arasındaki boy farklılığı, yalnızca, %3 dolayındadır.

Ek çizelgelerde verilen değerler kullanılarak yapılan varyans analizi, Çizelge 4.16'da gösterilmiştir. Çizelge 4.16'dan anlaşılacağı gibi, her iki deneme yılında da bitki boyları, sulama düzeyleri tarafından etkilenmiştir. Sulama düzeyleri arasında, istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Yalnızca, sulama düzeylerine ilişkin konu ortalamaları arasındaki farkların, istatistiksel olarak önemli olup olmadıkları, Duncan yöntemi ile test edilmiştir.

Çizelge 4.16. Deneme Konularında Bitki Boylarına İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	436.95	24.11
Sulama Zamanı (A)	3	514.46	23.89
Hata (a)	6	217.63	39.82
Sulama Düzeyleri (B)	4	3271.61**	5733.63**
AxB Etkileşimi	12	59.65	30.07
Hata (b)	32	40.63	26.91
Genel	59		

Duncan yöntemi kullanılarak konu ortalamalarına ilişkin elde edilen verim grupları Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Değinilen Çizelge 4.17'de görüleceği gibi, sulama düzelerine ilişkin konu ortalamaları, çalışmanın her iki yılında da konular birbirinden farklı iki verim grubu oluşturmuştur. Sulanan konulardaki tüm sulama düzeyleri, birlikte, birinci (a), susuz konu ise ikinci (b) gruba girmiştir. Bu durumda, kanola bitki boylarının sulama zamanı ve sayısından çok, sulama düzeyleri tarafından etkilendiği, sulama suyu kısıntısının %75 düzeyine dek yapılabileceği, ancak bitkinin sulanmaması durumunda verim gibi bitki boylarının da önemli ölçüde küçüleceği söylenebilir.

Çizelge 4.17. Bitki Boy Ortalamalarının Duncan Yöntemi İle Karşılaştırılması\*

Sulama Düzeyleri	2009	2010
I <sub>0</sub>	103b	117b
I <sub>25</sub>	136.93a	159.13a
I <sub>50</sub>	142.70a	159.33a
I <sub>75</sub>	140.17a	162.44a
I <sub>100</sub>	138.67a	160.54a
S <sub>x</sub>	1.84	1.50

\* Farklı harflerle gösterilen konular, %99 güvenle istatistiksel olarak ayrı verim grubundadır.

#### 4.2.7. Sulamaların hasat indeksi (HI) üzerine etkileri

Hasat indeksi (HI) tohum veriminin biyo-kütle verimlerine oranı ile elde edilmiştir. 2009 yılına ilişkin HI değerleri Ek Çizelge 13'de, 2010 yılına ilişkin HI değerleri ise Ek Çizelge 14'de verilmiştir.

Çalışmanın ilk yılında, hasat indeksi değerleri, Z<sub>0</sub> konusunda 25.19 olarak elde edilirken, dallanma ve çiçeklenme döneminde birer defa sulanan Z<sub>1</sub> ve Z<sub>2</sub>-I<sub>100</sub> konuları için 22.37 ve 26.75, çiçeklenme ve tane olum dönemlerinde iki defa sulanan Z<sub>3</sub>-I<sub>100</sub> için 34.0 ve dal, çiçek ve tane olumunda olmak üzere üç kez sulanan Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub> konusunda ise 30.5 olarak bulunmuştur. Sulama ile hasat indeksi değerlerinin artışı görülmektedir.

Denemenin ikinci yılında, hasat indeks değerleri, Z<sub>0</sub> konusunda 21.8 olarak bulunmuştur. Buna karşı, dallanma ve çiçeklenme döneminde birer defa sulanan Z<sub>1</sub>-100 konusunda 25.7 ve Z<sub>2</sub>-I<sub>100</sub> konusunda 32.2, çiçeklenme ve tane olum dönemlerinde iki defa sulanan Z<sub>3</sub>-I<sub>100</sub> konusunda 29.7 ve dal, çiçek ve tane olumunda olmak üzere üç kez sulanan Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub> konusunda ise 24.8 olarak elde edilmiştir.

Konulardan elde edilen hasat indeksi değerleri için yapılan varyans analizi sonunda (Çizelge 18), 2009 yılında hem sulama zamanlarının ve hem de sulama düzeylerinin hasat indeksi değerlerini farklı etkiledikleri, konular arasında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Deneme Konularına İlişkin Hasat İndeks Değerleri Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	51.13	35.235
Sulama Zamanı (A)	3	115.47*	17.403
Hata (a)	6	12.99	9.564
Sulama Düzeyleri (B)	4	25.18*	81.579*
AxB Etkileşimi	12	12.60	27.840
Hata (b)	32	7.38	24.621
Genel	59		

Çizelge 4.18'den görüldüğü gibi, araştırmanın ikinci yılında yalnızca sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli farkların olduğu saptanmıştır. Bu durumda, sulama zamanlarının hasat indeksi üzerine etkisi, istatistiksel olarak önemli bulunmamış, konular arasında görülen kimi farkların, rastlantısal olduğu anlaşılmıştır.

Konu ortalamaları arasındaki farkların önem düzeyleri, Duncan yöntemi ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Çizelge 4.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Hasat İndeksi Ortalamalarının Duncan Yöntemi İle Karşılaştırması\*

Sulama Zamanı	2009	Sulama Düzeyi	2009	2010
Z <sub>0</sub>	25.19b	I <sub>0</sub>	25.19b	21.75c
Z <sub>1</sub>	23.21b	I <sub>25</sub>	25.47b	22.11c
Z <sub>2</sub>	25.90b	I <sub>50</sub>	27.61a	22.74c
Z <sub>3</sub>	31.13a	I <sub>75</sub>	27.71a	24.56b
Z <sub>4</sub>	28.96a	I <sub>100</sub>	28.40a	28.10a
S <sub>x</sub>	0.93	S <sub>x</sub>	0.78	1.43

\* Farklı harflerle gösterilen konular, %99 güvenle istatistiksel olarak ayrı verim grubundadır.

Duncan sınıflandırmasında, çalışmanın ilk yılında, sulama zamanları ve sulama düzeyleri, %95 güvenle iki grup oluşturmuştur. Mevsim içerisinde üç ve iki defa sulanan konular birlikte birinci (a) diğer konular, susuz dahil, ikinci (b) verim grubuna girmişlerdir. Sulama düzeyleri ise ilk yıl iki, ikinci yıl ise üç grup oluşturmuştur. İlk yıl sonuçlarına göre, susuz ve I<sub>25</sub> konuları birlikte ikinci (b) verim grubunu oluştururken, ikinci yıl, susuz, I<sub>25</sub> ve I<sub>50</sub> konuları birlikte, üçüncü (c) verim grubuna girmişlerdir.

Her iki yılın sonuçları birlikte düşünüldüğünde, sulama düzeyleri hasat indeks değerlerini artırmaktadır. Ancak, %50'nin üzerinde yapılan su kısıntıları, hasat indeksini önemli ölçüde düşürmektedir.

Yapılan birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kanola sulamasında toprak nem içeriğinin %75 ve üzerinde olması verimde önemli artışlar sağladığına değinilmektedir (Krogman ve Hobbs, 1975; Efetha ve Sutton, 2008).

#### 4.2.8. Sulamaların Yağ İçeriğine (Oranına) Etkileri

Her parselden alınan kanola tohumları, gölgede kurutulduktan sonra yağ analizleri yapılmıştır. Araştırmanın ilk yılında sulama konularından elde edilen en yüksek yağ içeriği, toprak profilindeki eksik nemin tamamının uygulandığı I<sub>100</sub> deneme konusundan, en düşük yağ içeriği ise sulama suyu uygulanmayan I<sub>0</sub> deneme konusundan elde edilmiştir (Ek Çizelge 15). Diğer sulama konularından saptanan yağ içerikleri, bu iki değer arasında değişmiştir.

Kanola bitkisinin çeşitli gelişme dönemlerinde su kısıntısı uygulanarak yürütülen denemelerden elde edilen yağ içerikleri bu çalışmada belirlenen verim değerleri arasında paralellik görülmektedir.

Denemenin birinci yılı (Ek çizelge 15) sonuçlarına göre, susuz konunun (Z<sub>0</sub>-I<sub>0</sub>) yağ içerikleri ortalama %23-24 olarak elde edilirken, 3 kez sulanan (Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub>) konusunda yağ oranı %32.3 olarak bulunmuştur. Sulama konularından elde edilen kanola tanelerindeki yağ oranları, anılan konularda oluşturulan su kısıntısıyla ters orantılı olarak artmıştır. Görüldüğü gibi sulamalar yağ içeriğini susuza göre önemli düzeyde artırmıştır.

Araştırmanın ikinci yılında da sulama konularından elde edilen en yüksek yağ içeriği toprak profilindeki eksik nemin tamamının uygulandığı ve 3 kez sulamanın yapıldığı Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub> deneme konusundan, en düşük yağ içerikleri ise sulama suyu uygulanmayan I<sub>0</sub> deneme konusundan elde edilmiştir (Ek Çizelge 16). Diğer sulama konularından saptanan değerler, bu iki değer arasında değişmiştir.

Birçok araştırmacı su stresinin kanolada yağ içeriğini azaltarak protein içeriğini artırdığına değinmektedirler.

Ek çizelgelerdeki değerler kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçları, Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Deneme Konularına İlişkin Yağ İçerikleri Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2009	2010
Bloklar	2	3.35	0.05
Sulama Zamanı (A)	3	2.36 <sup>ns</sup>	87.39**
Hata (a)	6	3.71	3.59
Sulama Düzeyleri (B)	4	87.19**	96.11**
AxB Etkileşimi	12	14.26**	20.80**
Hata (b)	32	1.74	4.22
Genel	59		

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ilk yıl sulama düzeyleri ile sulama düzeyi × sulama zamanı etkileşimi istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde farklı bulunmuştur. Aynı şekilde, ikinci deneme yılında da sulama zamanları, sulama düzeyleri ve ikisi arasındaki etkileşim, istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde birbirlerinden farklıdır. Başka bir deyişle değinilen öğeler, kanola tohumlarındaki yağ içeriğini farklı biçimlerde etkilemişlerdir.

Her iki deneme yılında da sulama zamanı x sulama düzeyi etkileşimi önemli çıktığından, yalnızca bu öğeye ilişkin ortalama değerler dikkate alınarak Duncan testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Sulama Zamanı İle Sulama Düzeyi Etkileşimine İlişkin Ortalamaların Duncan Yöntemi İle Karşılaştırılması\*

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	2009	2010
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	24.67g	25.33g
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	31.67abc	30.00cdef
	I <sub>50</sub>	30.00abcde	28.33efg
	I <sub>75</sub>	31.67abc	27.33fg
	I <sub>100</sub>	26.67fg	28.00fg
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	27.00fg	27.67fg
	I <sub>50</sub>	29.67bcde	28.00fg
	I <sub>75</sub>	31.33abcd	29.00cdefg
	I <sub>100</sub>	29.00cdef	30.33cdef
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	28.33def	28.33defg
	I <sub>50</sub>	31.33abcd	36.00ab
	I <sub>75</sub>	33.00a	33.33bc
	I <sub>100</sub>	29.00cdef	33.00bc
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	24.33g	33.00bc
	I <sub>50</sub>	33.00a	32.33bcde
	I <sub>75</sub>	29.00cdef	32.67bcd
	I <sub>100</sub>	32.33ab	40.33a
S <sub>X1</sub>		0.76	1.19
S <sub>X2</sub>		0.84	1.17

\* Aynı harflerle gösterilen konular %95 güvenle aynı istatistiksel verim grubundadır. .

Çalışmanın ilk yılında konular yağ içeriği bakımından 10 grup oluşturmuştur. İlk sırayı birlikte, Z<sub>3</sub>I<sub>75</sub> ve Z<sub>4</sub>I<sub>50</sub> sulama konuları almıştır. En son grupları ise Z<sub>0</sub>I<sub>0</sub> ve Z<sub>4</sub>I<sub>25</sub> konuları oluşturmuştur.

İkinci yılda ise toplam 8 grup oluşmuştur (%1 düzeyinde). İlk gruba Z<sub>4</sub>I<sub>100</sub> konusu girmiştir. Yağ bakımından en son gruplara Z<sub>0</sub>I<sub>0</sub> ve Z<sub>1</sub> ile Z<sub>2</sub> sulama zamanları girmiştir.

Sulamanın kanola yağ içeriğine etkileri üzerine çalışan Parveen ve ark. (1996) ve Padmani ark. (1992), sulama düzeylerinin yağ içeriği üzerine etkisinin önemsiz olduğunu, Henry ve Mc Donald (1978) aşırı kuraklığın yağ içeriğini azaltırken, protein içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Ahmadi ve Bahrani (2009) kanolanın

çiçeklenme döneminin suya en duyarlı dönem olduğunu ve bu dönemde su stresinin yağ verimini %31.7'ye düşürdüğünü belirtirken, Tahir ve ark. (2007) farklı sulama düzeylerinin kanola tane verimini artırırken, sulama sayıları tanelerin yağ ve protein içeriğini etkilemediğini belirtmektedirler. Jensen ve ark. (1996), toprak kuruluşunun ve buharlaşma isteğinin glukozinolat, yağ ve protein içeriğine etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada yağ ve protein içeriğinin toprak kuruluşundan önemli düzeyde etkilenmediğini belirlemişlerdir.

#### 4.2.9. Kanolada Tane Verimini Etkileyen Verim Bileşenleri Arasındaki İlişkiler

Kanolanın verim bileşenleri arasındaki karşılıklı ilişkiler belirlenmiş ve bağdaşım katsayıları hesaplanarak Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23'de verilmiştir. Ayrıca, tane verimi ile yüksek bağdaşım katsayılarına sahip bileşenlere ilişkin regresyon grafikleri ise Şekil 4.2 ve 4.3'de gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında, bütün bileşenler arasında yakın ve pozitif ilişkiler elde edilmiştir (Çizelge 4.22). En yüksek bağdaşım katsayısı tane verimi ile biyokütle arasında,  $R=0.96$  olarak bulunurken, bunu  $R=0.83$  harnup sayısı ve  $R=0.82$  ile bin tane ağırlığı izlemiştir. Tane verimini en fazla etkileyen biyokütle ile diğer verim bileşenleri arasında pozitif yüksek bağdaşım katsayılarına sahip ilişkiler elde edilmiştir.

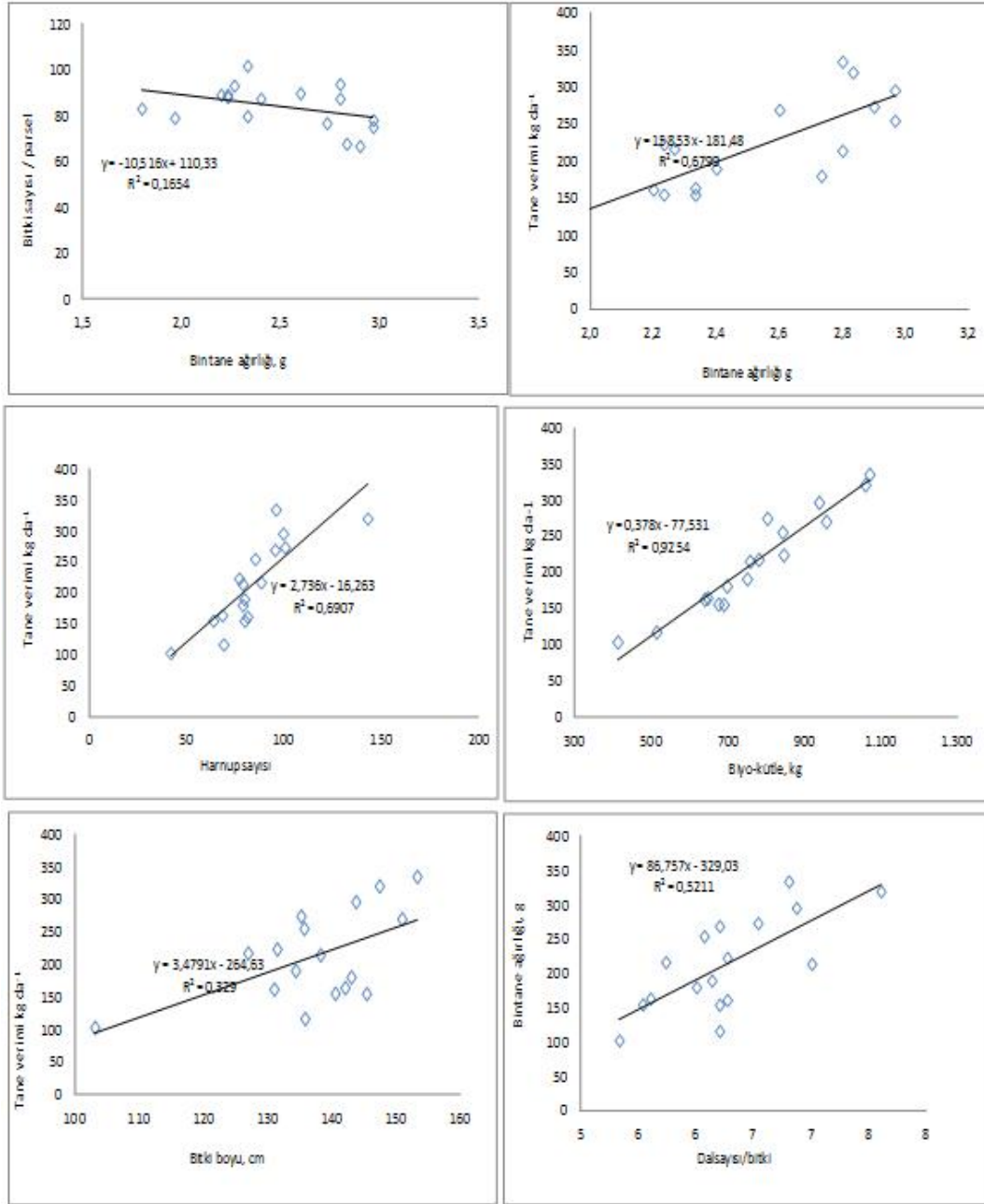
Çizelge 4.22. Kanolanın Verim Bileşenleri Arasındaki Bağdaşım (R) Katsayıları (2009)

	Bitki Boyu	Dal Sayısı	Bin tane Ağırlığı	Harnup Sayısı	Biyokütle	Tane Verimi
Bitki Boyu	X					
Dal Sayısı	0.53	X				
Bintane Ağırlığı	0.61*	0.66*	X			
Harnup Sayısı	0.57*	0.82**	0.70**	X		
Biyokütle	0.69**	0.70**	0.76**	0.83**	X	
Tane Verimi	0.57*	0.72**	0.82**	0.83**	0.96**	X
Hİ	0.25	0.62*	0.81**	0.65*	0.71**	0.87**

Kanola ekiminde, sıra üstü ve sıra aralığı uygun bir şekilde düzenlenirse bitkilerin biyokütle dallanma, harnup bağlama gibi verimi etkileyen bileşenler olumlu etkilenmekte, dolayısıyla tane verimi de artmaktadır

Belirtilen bu ilişkilere ait regresyon grafikleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Şekillerde verim bileşenleri arasındaki ilişkilerinde görüldüğü gibi bitki sıklığı ile bin tane ağırlığı arasında olumsuz, tane büyüklüğü, biyokütle, harnup sayısı, bitki başına dal sayısı ve bitki boyu ile verim arasında olumlu ilişkiler olduğu görülmektedir.

Denemenin ikinci yılında da (Şekil 4.2) benzer sonuçlar alınmasına karşın bileşenler arasındaki ilişkileri tanımlayan katsayılar, önceki yıldan daha düşüktür. Verim ve biyokütle arasındaki ilişkinin bağdaşım katsayısı  $R=0.73$  dolayındadır. Buna karşı, aynı bileşenler arasında 2009 yılında bağdaşım katsayısı,  $R=0.96$  olan bir ilişki elde edilmiştir. Tane verimi ile biyo-kütle arasında her iki yılda da en yüksek bağdaşım katsayılarını bulunması, kanolada verimi etkileyen vejetatif bileşenlerin başında biokütlenin geldiğini göstermektedir.



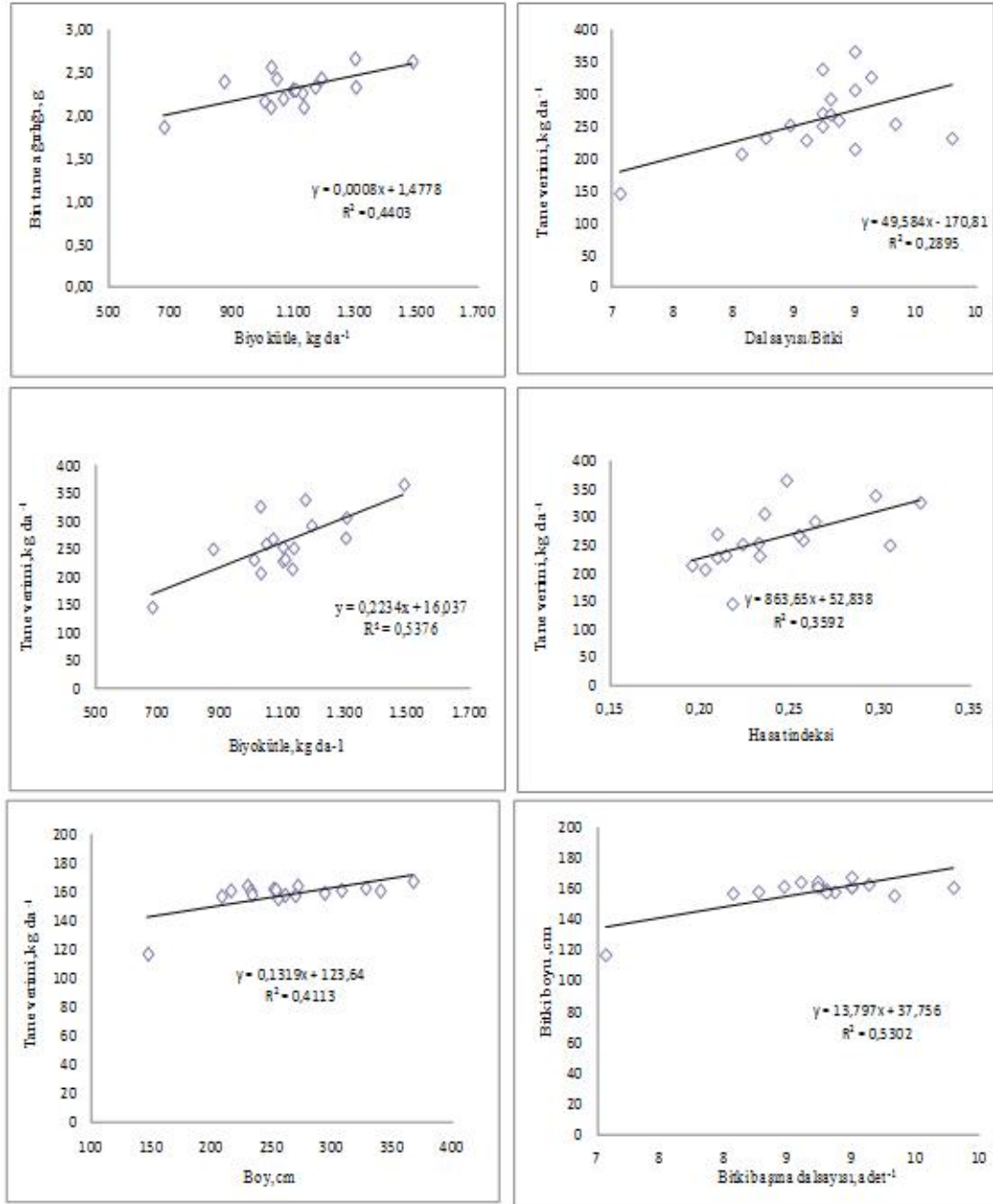
Şekil 4.2. Kanolanın verim bileşenleri arasındaki ilişkiler(2010)

Çizelge 4.23. Kanolada Tane Verimi İle Bazı Verim Bileşenleri Arasındaki İlişkiler (2010)

	Bitki Boyu	Dal Sayısı	Bintane Ağırlığı	Harnup Sayısı	Biyokütle	Tane Verimi
Bitki Boyu	X					
Dal Sayısı	0.73**	X				
Bintane Ağırlığı	0.60*	0.26	X			
Harnup Sayısı	0.49	0.57*	0.28	X		
Biyokütle	0.70**	0.47	0.66*	0,19	X	
Tane Verimi	0.63*	0.53	0.43	0.37	0.73**	X
Hİ	0.20	0.28	-0.07	0.38	-0.09	0.60*

Kanolada yüksek düzeyde ürün almak için biokütleli artıracak koşulların geliştirilmesi kaçınılmaz bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Krogman ve Hobbs (1975), uygun toprak nem düzeyi koşullarında yaprakların ve harnupların verim artışında önemli rolü olduğunu, Snaki ve ark. (2007), uzun dönem su stresinde bitki başına harnup sayısının en duyarlı verim bileşeni olduğunu, harnup oluşum zamanındaki kısa dönemli su stresinin, bakla sayısını, bakladaki tane sayısını ve tane ağırlığını azalttığını, bitki başına harnup sayısının en duyarlı verim bileşeni olduğunu belirlemişlerdir. Tahir ve ark. (2007), tarafından, farklı sulama düzeylerinin kanola bitkisinin gelişme ve verimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, Sulama sayıları ile bitki başına harnup sayısı ve harnup başına tane sayısı arasında doğrusal bir ilişki bulunurken, bitki başına en az harnup sayısı erken olgunlaşma dönemindeki bir sulamada (ekimden 93 gün sonra) kaydedildiği bildirilmiştir.



Şekil 4.3. Kanolada tane verimi ve bazı verim bileşenleri arasındaki ilişkiler (2010)

### 4.3. Su - Verim İlişkileri

#### 4.3.1. Su kullanım Randımanları ve Oransal Yaprak Su İçerikleri

Denemede ele alınan konuların, kanola tane verimine etkilerinin irdelenmesinde, su kullanma randımanları dikkate alınmıştır. Bu amaçla sulama suyu ve toplam su kullanım randımanları hesaplanarak, Çizelge 4.24 ve 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Deneme Konularına İlişkin Su Kullanım Randımanları (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	Sulama Suyu mm	ET mm	Verim kg da <sup>-1</sup>	WUE <sub>ET</sub> kg mm <sup>-1</sup>	IWUE kg mm <sup>-1</sup>
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	0.00	381.20	67.36	0.18	-
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	15.26	421.31	116.73	0.28	3.23
	I <sub>50</sub>	30.53	434.73	150.44	0.35	2.72
	I <sub>75</sub>	45.79	444.99	155.27	0.35	1.92
	I <sub>100</sub>	61.05	456.65	170.76	0.37	1.69
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	33.63	381.78	161.82	0.42	2.81
	I <sub>50</sub>	67.26	411.46	190.27	0.46	1.83
	I <sub>75</sub>	100.89	415.09	213.00	0.51	1.44
	I <sub>100</sub>	134.51	438.71	263.41	0.60	1.46
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	77.17	425.32	214.49	0.50	1.91
	I <sub>50</sub>	141.63	485.83	251.03	0.52	1.30
	I <sub>75</sub>	210.93	525.13	278.20	0.53	1.00
	I <sub>100</sub>	247.97	552.17	283.23	0.51	0.87
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	92.2	416.45	180.49	0.43	1.23
	I <sub>50</sub>	174.9	499.10	269.65	0.54	1.16
	I <sub>75</sub>	231.83	551.10	322.31	0.58	1.10
	I <sub>100</sub>	248.16	542.38	320.37	0.59	1.02

Çalışmanın ilk yılında (Çizelge 4.24), konulara ilişkin su kullanım randımanları, sulama programlarına bağlı olarak değişmiştir. Genellikle, toplam su kullanım randımanları (WUE<sub>ET</sub>) değerleri, sulama suyu kullanım randımanlarından

(IWUE) daha küçüktür. Bu durumun, aynı miktardaki verimin farklı değerlere (sulama suyu ve ET) bölünmesinden kaynaklandığı açıktır.

Ancak, toplam ve sulama suyu kullanım randımanlarının değişimleri, birbirinden farklıdır. Toplam su kullanma randımanları ( $WUE_{ET}$ ), sulama suyu artışına bağlı olarak artmıştır. Örneğin,  $Z_1$  sulama zamanına ilişkin  $WUE_{ET}=0.34 \text{ kg mm}^{-1}$  iken  $Z_4$  konusu için anılan değer,  $WUE_{ET}=0.54 \text{ kg mm}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Artış oranı, yaklaşık 0.37 dolayındadır. Aynı şekilde,  $I_{25}$  sulama düzeyinde,  $WUE_{ET}=0.41$ ,  $I_{100}$  düzeyi için  $WUE_{ET}=0.52$  ve artış oranı 0.21 olarak hesaplanmıştır.

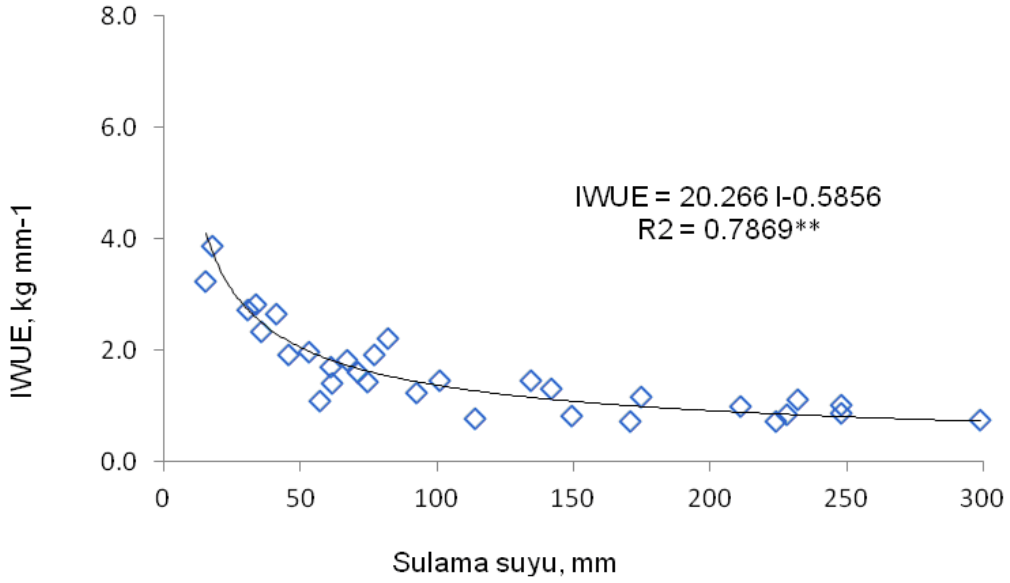
Sulama suyu kullanma randımanları (IWUE) ise sulama suyu arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. En az sulama suyunun uygulandığı  $Z_1$  sulama zamanı konusunda  $IWUE=2.39 \text{ kg mm}^{-1}$  iken, en fazla suyun verildiği  $Z_4$  konusunda,  $IWUE=1.13 \text{ kg mm}^{-1}$  olarak bulunmuş olup,  $Z_4$  konusunda, yaklaşık, %200 azalma söz konusudur. Benzer şekilde,  $I_{25}$  sulama düzeyinde,  $IWUE=2.30 \text{ kgmm}^{-1}$ ,  $I_{100}$  konusunda ise  $IWUE=1.26 \text{ kg mm}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Su düzeylerinde de azalma oranı, %200 dolayındadır.

Çalışmanın ikinci yılında (Çizelge 4.25), benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, anılan verim yılında, toplam su kullanma randımanı ( $WUE_{ET}$ ), sulama suyu artmalarına karşı belirgin artışlar göstermemiştir. Örneğin,  $Z_1$  konusunda  $WUE_E=0.46 \text{ kg mm}^{-1}$ ,  $Z_4$  konusunda da  $WUE_{ET}=0.46 \text{ kgmm}^{-1}$  elde edilmiştir. Aynı şekilde,  $I_{25}$  sulama düzeyinde  $WUE_{ET}=0.47 \text{ kgmm}^{-1}$  iken,  $I_{100}$  konusunda  $WUE_{ET}=0.51 \text{ kg mm}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Buna karşı, sulama suyu kullanım randımanları (IWUE), sulama suyu arttıkça, azalmıştır.  $Z_1$  konusunda  $IWUE=2.44 \text{ kg mm}^{-1}$ ,  $Z_4$  konusunda ise  $IWUE=0.93 \text{ kg mm}^{-1}$  değerleri elde edilmiştir. Sulama suyu artışına karşı, IWUE değeri, yaklaşık %264 azalmıştır. Aynı şekilde,  $I_{25}$  konusunda  $IWUE=3.38 \text{ kg mm}^{-1}$ ,  $I_{100}$  konusunda  $IWUE=1.35 \text{ kg mm}^{-1}$  dolaylarındadır. Sulama suyu artışına karşı IWUE değerleri, yaklaşık olarak, %251 dolayında azalmıştır.

Çizelge 4.24. Deneme Konularına İlişkin Su Kullanım Randımanları (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	Sulama suyu mm	ET mm	Verim kg da <sup>-1</sup>	IWUE mm kg <sup>-1</sup>	WUE <sub>ET</sub> mm kg <sup>-1</sup>
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	0	372.9	146.3		0.392
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	17.8	486.2	215.2	3.878	0.443
	I <sub>50</sub>	35.5	500.9	229.0	2.330	0.457
	I <sub>75</sub>	53.3	529.7	250.9	1.963	0.474
	I <sub>100</sub>	71.5	547.5	260.2	1.603	0.475
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	20.5	528.9	311.5	7.157	0.589
	I <sub>50</sub>	41.0	542.5	254.5	2.636	0.469
	I <sub>75</sub>	61.4	542.6	231.9	1.394	0.427
	I <sub>100</sub>	82.1	558.7	327.3	2.206	0.586
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	56.8	561.1	207.6	1.078	0.370
	I <sub>50</sub>	113.7	624.9	232.7	0.760	0.372
	I <sub>75</sub>	170.5	634.1	270.8	0.730	0.427
	I <sub>100</sub>	227.8	687.8	339.6	0.848	0.494
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	74.6	545.2	252.6	1.424	0.463
	I <sub>50</sub>	149.2	611.3	268.9	0.822	0.440
	I <sub>75</sub>	223.8	675.9	307.1	0.719	0.454
	I <sub>100</sub>	298.8	755.0	366.9	0.738	0.486

Her iki yılın sonuçları birlikte tartışıldığında, su miktarı arttıkça toplam su kullanma (WUE<sub>ET</sub>) randımanının arttığı; buna karşı sulama suyu kullanma randımanının (IWUE) ise azaldığı anlaşılmaktadır. Araştırma yıllarında en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE), I<sub>25</sub> konusunda 3.878–2.430 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça IWUE azalmış ve en çok su uygulanan I<sub>100</sub> konusunda yıllara göre sırasıyla 1.02 ve 0.74 kg/da/mm olarak saptanmıştır. Sulama suyu ile IWUE değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.4'de verilmiştir. Her iki yılda da üstel fonksiyonla ifade edilebilen azalan ilişkiler bulunmuştur. Anılan şekilde de görüldüğü gibi, 150 mm sulama suyu miktarında IWUE değeri sabit bir düzeye ulaşmıştır.



Şekil 4.4. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ile sulama suyu miktarları arasındaki ilişkiler

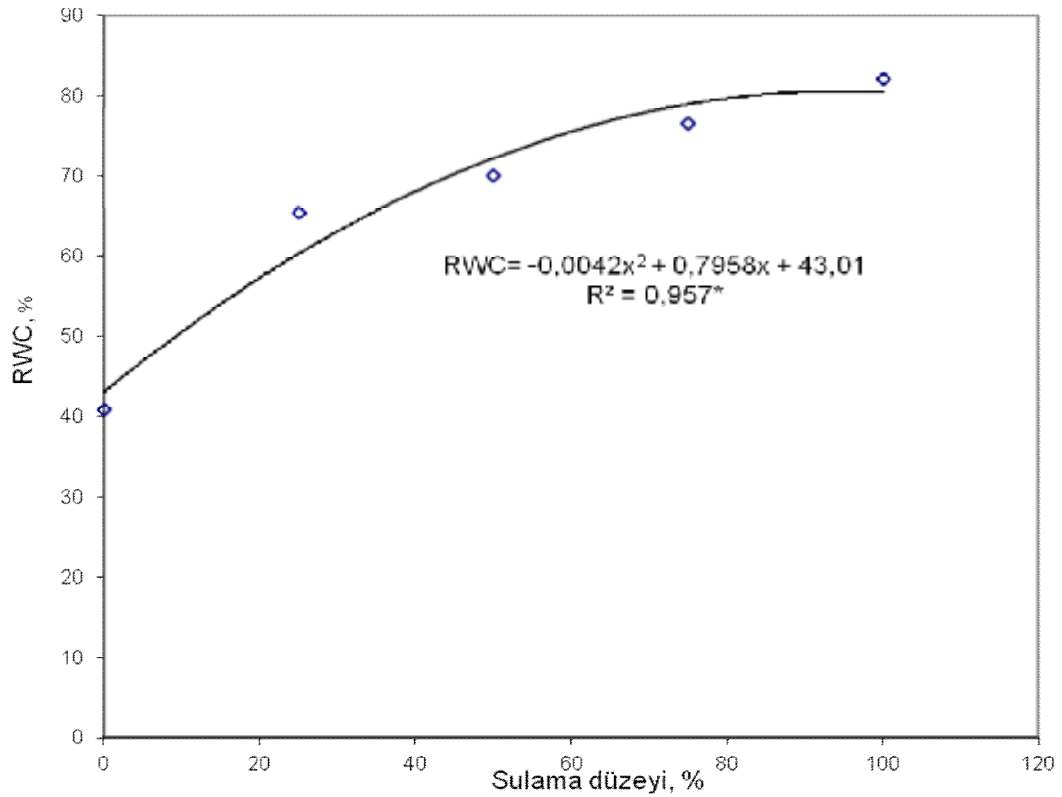
Su kullanım randımanları arasındaki farklılık, kanolanın yetisme mevsimi boyunca eşdeş su kısıntısı uygulanması neden olabilir. Howell ve Ark. (1986), mısıra eş düzeyde su kısıntısı uygulayarak yürüttükleri çalışmada su kısıntısının fazla olmadığı konuların  $WUE_{ET}$  değerlerinin birbirine yakın olduğu bulmuşlardır. Buna karşılık birçok araştırmacı ise su kısıntısının yapıldığı döneme bağlı olarak  $WUE_{ET}$ 'nin değiştiğini saptamıştır.

Çiçeklenme döneminde bitki yapraklarının oransal su kapsamı (RWC) değerleri belirlenerek Çizelge 4.26'da verilmiştir. Sulama düzeyleri arttıkça RWC değerleri artmıştır. En düşük RWC değeri  $I_0$  konusunda en yüksek RWC ise  $I_{100}$  sulama düzeylerinde elde edilmiştir. Sonuçlar, Şekil 4.5'de görüldüğü gibi yüksek regresyon katsayısına sahip ikinci dereceden bir polinomla ifade edilmiştir.

Çizelge 4.26. Yaprak Oransal Su Kapsamının Su Düzeylerine Göre Değişimi, %

Konular	Konular	YOSK	Konular	YOSK	
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	40.78			
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	58.33	Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	80.81
	I <sub>50</sub>	70.52		I <sub>50</sub>	75.57
	I <sub>75</sub>	75.47		I <sub>75</sub>	71.81
	I <sub>100</sub>	82.45		I <sub>100</sub>	87.29
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	52.67	Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	69.89
	I <sub>50</sub>	55.43		I <sub>50</sub>	82.20
	I <sub>75</sub>	60.61		I <sub>75</sub>	82.74
	I <sub>100</sub>	69.07		I <sub>100</sub>	89.74

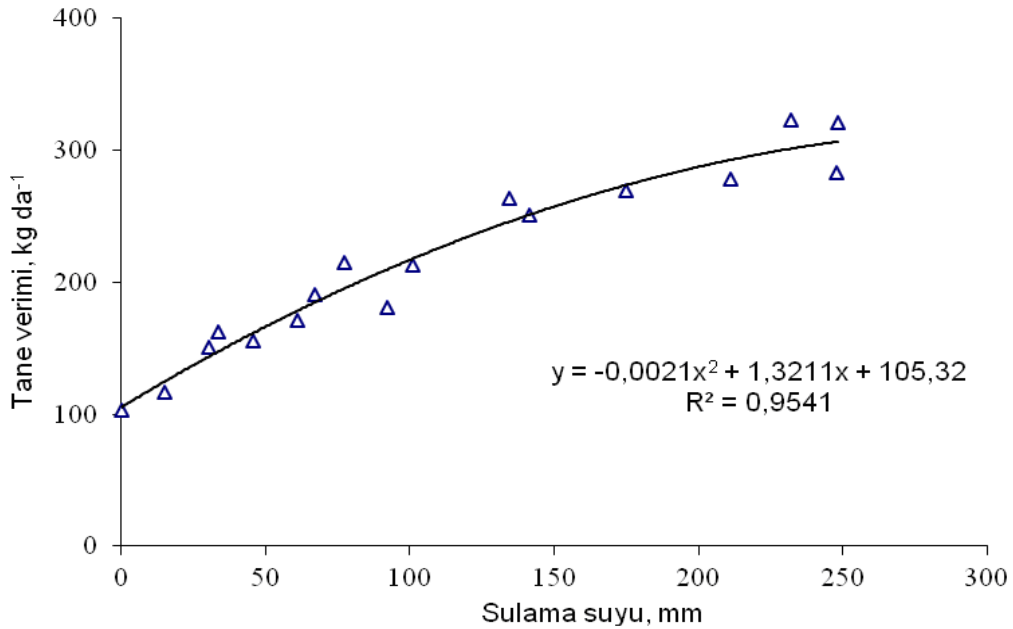
Yaprak oransal su kapsamı sulanmayan I<sub>0</sub> konusunda % 40 olarak, bir kez sulanan parsellerde % 60-70, üç kez sulanan parsellerde sulama düzeyine göre artarak % 70-80 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.5. Sulama düzeyleri oransal su kapsamı ilişkisi

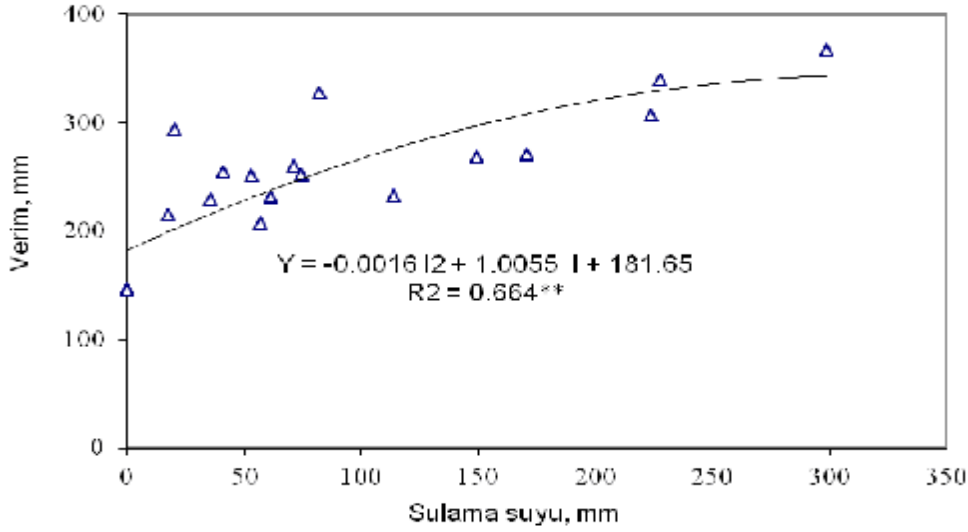
### 4.3.2. Suya Bağlı Verim Fonksiyonları

Denemenin her iki yılında da sulama suyu ile kanola tane verimi arasında ikinci dereceden polinomial ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 4.6 ve 4.7). İstatistiksel olarak anlamlı bağdaşım katsayılarına sahip olan değinilen ilişkiler, sulama suyu arttıkça tane verimindeki artışın, giderek oransal olarak azalacağını göstermektedir. Konu edinilen sonuç, sulama ile verim arasında ki genel ilişki ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4.6. Kanolada sulama suyu ile tane verimi arasındaki ilişkiler (2009)

Sulama suyu başlangıçta verimde %250-300 verim artışı sağlarken artan sulama sayısı ve sulama düzeyine bağlı olarak verimdeki artış oranları azalmıştır. Mevsimlik 250 mm sulama suyundan sonra verimdeki artışlar önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.7. Kanolada sulama suyu ile tane verimi arasındaki ilişkiler (2010)

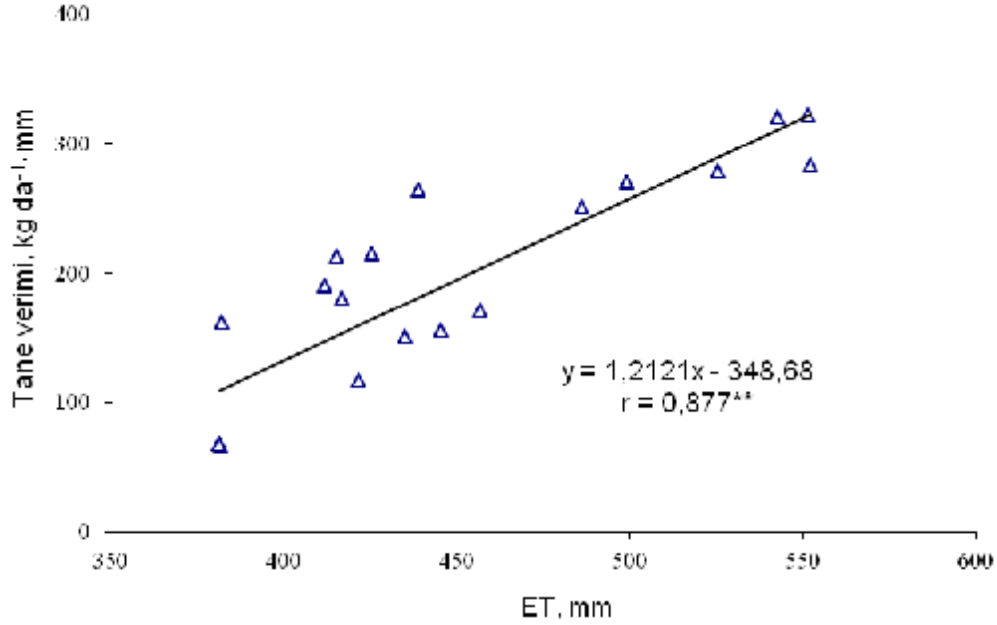
Kanolanın suya bağlı verim tepki etmeninin belirlenmesinde, oransal verim azalması ve oransal bitki su tüketimi açığı boyutsuz parametrelerinin kullanıldığı Stewart modeli esas alınmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1988).

Araştırma yıllarında, sulama konularında en yüksek su tüketimi, toprak profilinde ki eksik nemin tümünün sulama ile tamamlandığı Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub> deneme konusundan, en düşük su tüketimi ise sulama suyu uygulanmayan I<sub>0</sub> deneme konusundan elde edilmiştir (Çizelge 4.3 ve 4.4). Değınilen su tüketimlerine paralel olarak, en yüksek kanola tane verimi, toprak profilindeki eksik nemin tamamının uygulandığı Z<sub>4</sub>-I<sub>100</sub> deneme konusundan, en düşük tane verimi ise sulama suyu uygulanmayan I<sub>0</sub> deneme konusundan elde edilmiştir (Ek Çizelge 1 ve 2, Çizelge 4.7). Sulama konularından elde edilen kanola tane veriminin, anılan konularda oluşturulan su kısıntısıyla ters orantılı olarak arttığı saptanmıştır.

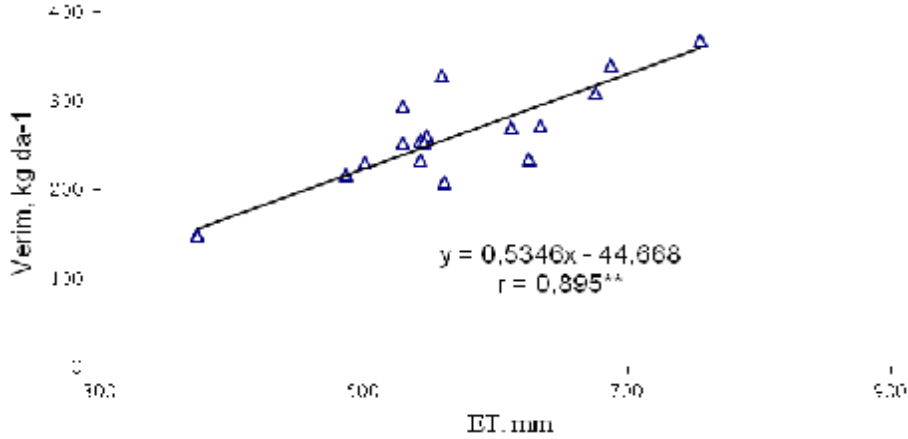
Su tüketimi ile tane verimi arasındaki ilişkiler, yetiştirme dönemleri ve deneme yılları ayrı ve birlikte, deneme süresince elde edilen tüm değerler göz önüne alınarak toplu olarak, değerlendirilmiştir. Kanola tane verimi ile su tüketimi (ET) arasındaki ilişkiler, yıllara göre Şekil 4.8 ve 4.9'da gösterilmiştir.

Konu edinilen şekillerden görüleceği gibi, her iki deneme yılında da tane verimi (Y) ile bitki su tüketimi (ET) arasında yüksek bağdaşım katsayılarına sahip, doğrusal ilişkiler elde edilmiştir (r=0.877 ve R=0.895). İlk yıl su tüketimindeki birim artış (Şekil 4.8), ikinci yıla göre, verimde oransal olarak daha yüksek bir artışa neden

olmuştur (Şekil 4.9). Bu durum, ilk yılını da daha az yağışlı olmasından kaynaklanmıştır.



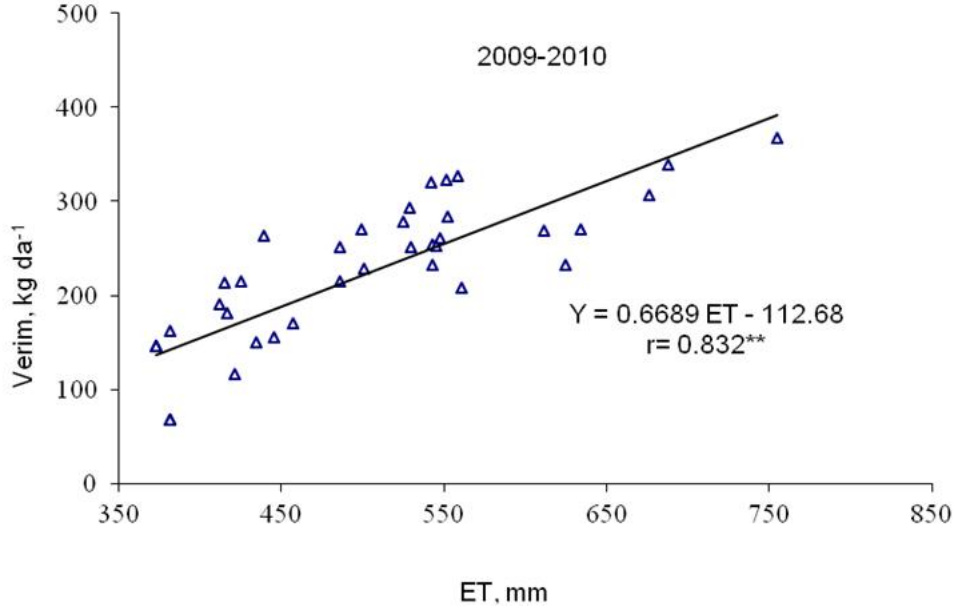
Şekil 4.8. Kanola tane verimi ile su tüketimi (ET) arasındaki ilişki (2009)



Şekil 4.9. Kanola tane verimi ile su tüketimi (ET) arasındaki ilişki (2010)

Denemeden elde edilen iki yıllık ET ve Y değerleri, toplu olarak ele alınmış ve aralarındaki ilişki hesaplanmıştır. Her iki değişken arasında, %99 güvenle istatistiksel olarak önemli ( $R=0.832$ ), yakın, doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır

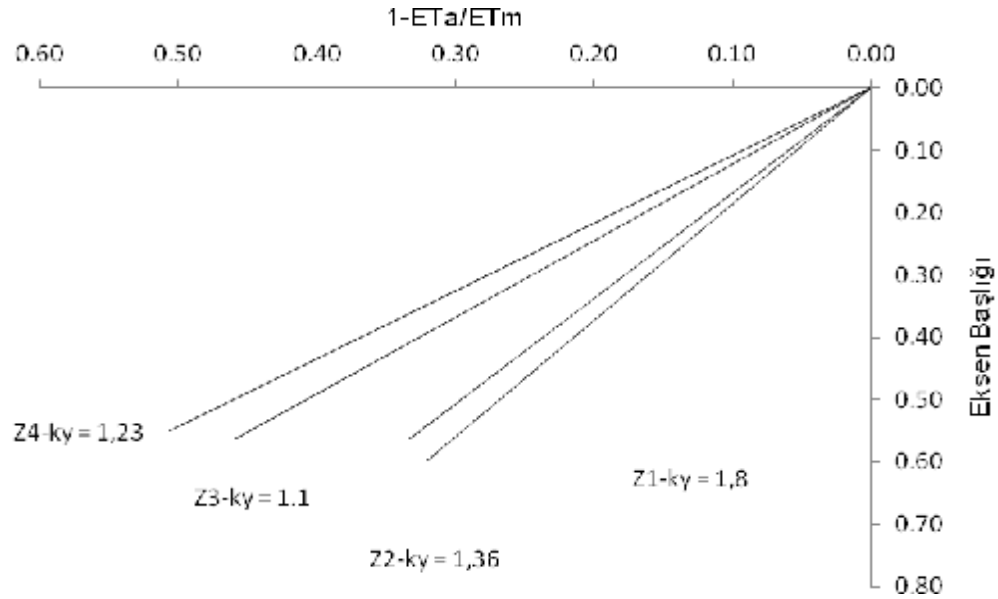
(Şekil 4.10). Kanola bitkisi için verim tepki etmeninin ( $K_y$ ) kestiriminde değinilen bu ilişki kullanılacaktır.



Şekil 4.10. Bitki su tüketimi ve tane verimi arasında ilişkiler

Toprak profilindeki eksik nemin tam karşılandığı konuya göre %25, %50, %75, %100 su kısıntısı uygulanan deneme konularında sulama sayılarındaki değişiklik nedeniyle tane verimlerindeki azalmalar da farklı oranlarda olmuş, Yaron (1971)'un belirttiği gibi, her birim su azalışına karşılık tane veriminde azalma oranının sabit olmadığı belirlenmiştir.

Mevsimsel  $K_y$  değerlerini belirlemek için tüm yetiştirme dönemi göz önüne alınmıştır. Oransal su tüketimi ve oransal ET azalmalarını hesaplarken yetiştirme dönemindeki su tüketimi, o yetiştirme dönemine ait en yüksek su tüketimine bölünerek oransal azalmalar belirlenmiştir. Aynı işlem tane verimleri için de yapılmıştır.

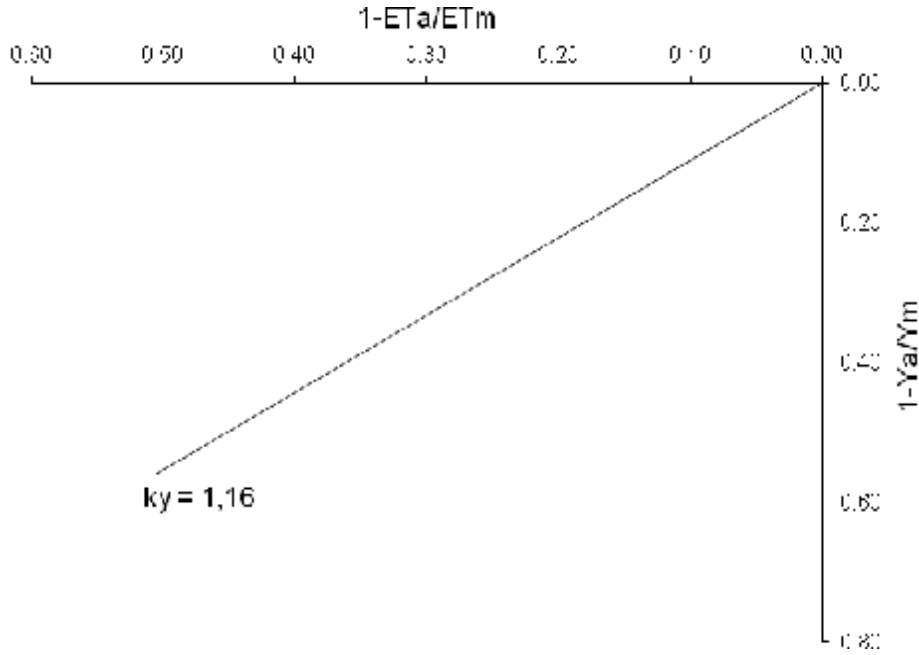


Şekil 4.11. Yetiştirme dönemleri için verim tepki (ky) etmenleri

Dönemsel verim tepki etmenlerinin iki yıllık ortalama değerlerine ilişkin sonuçlar Şekil 4.11'de gösterilmiştir. İki yıllık ortalama dönemsel  $k_y$  değerleri 1.11 ile 1.80 arasında değişirken, en büyük  $k_y$  değeri dallanma ( $Z_1$ ) döneminde yapılan su kısıntılarına ilişkin konuda elde edilmiştir.

Tüm yetiştirme dönemi için elde edilen oransal değerlerin tümü için tek bir  $k_y$  elde edilmiş ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

Anılan şekilden görüldüğü gibi denemenin mevsimsel verim tepki etmeni  $k_y=1.16$  olarak bulunmuştur. Her iki yıl sonuçları kanolanın suya duyarlı bir bitki olduğunu su tüketimindeki oluşacak azalmanın verimde daha yüksek bir oranda azalmaya neden olacağını göstermiştir.



Şekil 4.12. Kanola için ortalama mevsimsel verim tepki etmeni

Harran ovasında yetiştirilecek kışlık kanolanın su kısıntısına karşı genel bir tepki etmenini belirlemek için tüm değerler göz önüne alınarak tek bir ky değeri hesaplanmıştır.

Kanolada çiçeklenme döneminde yapılacak su kısıntısı verimde daha fazla azalmaya neden olduğundan bu dönemde su kısıntısından kaçınılmalıdır.

Tüm dönemler ve yıllar göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede verim tepki etmeni  $ky=1.16$  bulunmuştur. Bu sonuca göre su tüketiminde yapılacak oransal azalmanın verim azalmasındaki etkisi yaklaşık ortalama 1.16 kat olacaktır. Bu azalma yıllara göre değişiklik göstermekte ve kurak yıllarda artmaktadır.

Yeterince suyun bulunmadığı koşullarda çiçeklenme ve dallanma döneminde yapılacak kısıntılar yüksek verim kayıplarına neden olmaktadır.

İki yıllık sonuçlarla yapılan değerlendirmeler Harran ovasında yetiştirilen kanolada su kısıntısı yapılması, özellikle kurak yıllarda aşırı verim düşüşleri ile sonuçlanacağını göstermiştir.

Kanolada değişik dönemlerde su kısıntısı yapmak verimde daha fazla oranda azalmalara neden olmuştur. Ancak, en büyük oranda azalmaya dallanma ve çiçeklenme döneminde yapılan su kısıntısı neden olmuştur.

Sulama sayısı azaldıkça ky değeri yükselme göstermiştir. Bu durum her iki deneme yılında da benzer şekildedir. Bütün deneme yıllarında sulama sayılarını yüksek olduğu konuların ky değerleri düşük, sulama sayılarının düşük olduğu konuların ky değerleri yüksek çıkmasının da uygulanan sulama suyunun düşük düzeyde kalmasının etken olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma optimum bir ürün almak için su kısıntısından kaçınılması gerektiğini göstermiştir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, deneme konuları arasında her iki yılda da tane verimlerinde %1 düzeyinde istatistiksel yönden farklılık bulunmuştur. Su kısıntısı belirli bir düzeyden sonra kanola tane veriminin azalmasına neden olurken, susuz konu ile sulanan konular arasında verim artış oranları yaklaşık olarak, konulara göre %220 ile %250 arasında değişmiştir.

Su kısıntısının %25 ten fazla olması halinde, tane veriminin, önemli düzeyde azalacağı görülmüştür. Sulama sayıları aynı olmasına karşın çiçeklenme döneminde verilen su, dallanma dönemindeki sulamaya göre, verimi önemli düzeyde artırmıştır. Sulama sayıları 2 ve 3 olan konularda ise verim artışı olmasına karşın, artışlar arasındaki fark istatistiksel anlam önemli değildir. Bu sonuçlara göre %25'ten fazla su kısıntısı yapılmasının, kanolada önemli düzeyde ürün kaybına neden olacağını göstermektedir.

Sulamalar, bin tane ağırlığını, biyo-kütle verimini, bitki başına harnup sayısını, bitki başına dal sayısını, bitki boyunu artırmıştır. Aynı şekilde, sulamalar hasat indeks değerlerini, yağ oranlarını artırmıştır.

Araştırmanın her iki yılında da sulama suyunun artışına paralel olarak kanolanın, su tüketimi artmıştır. Bitki su tüketimi ile sulamalar arasında doğrusal olarak ifade edilebilen yüksek bağdaşım katsayılarına sahip ilişkiler bulunmuştur.

Uygulanan sulama suyunun artması, yetiştirme döneminin uzunluğu ve daha fazla yağış düşmesi, kanola su tüketiminin artmasına neden olmuştur.

Su kısıntısı uygulanmayan deneme konusunda kanolanın mevsimlik su tüketimi, (ET), araştırma yıllarında, sırasıyla 552 ve 755 mm olarak belirlenirken; bunlara verilen sulama suyu miktarları, 250 mm ve 300 mm dir. Su tüketiminin büyük bir bölümü yağışlarla karşılanmıştır. Araştırma yıllarında, sulama konularında en yüksek su tüketimi toprak profilindeki eksik nemin tamamının sulama ile verildiği deneme konusundan, en düşük tüketimi ise sulama suyu uygulanmayan deneme konusunda oluşmuştur.

Araştırmanın her iki yılında da farklı yetiştirme dönemlerine ilişkin verim tepki etmeni ( $ky$ ) değerleri elde edilmiştir. Birer kez sulanan konularda yapılan su kısıntısının, sulama sayısı fazla olan konulara göre verimde çok daha yüksek oranlarda ürün azalmasına neden olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar kanolanın suya duyarlı bir bitki olduğunu, su tüketimindeki oluşacak azalmanın verimde daha yüksek bir oranda azalmaya neden olacağını göstermiştir.

İki yıllık sonuçlara göre yapılan değerlendirmeler, Harran ovasında yetiştirilen kanolada su kısıntısı yapılmasının, özellikle kurak yıllarda, aşırı verim düşüşleri ile sonuçlanacağını göstermiştir.

En yüksek sulama suyu kullanım randımanı ( $IWUE$ ),  $I_{25}$  konusunda elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça  $IWUE$  azalmış ve en çok su uygulanan  $I_{100}$  konusunda, yıllara göre, sırasıyla 1.02 ve 0.74  $kg\ da^{-1}-mm$  olarak saptanmıştır. Her iki yılda da % 100 su kısıntısının olduğu sulama konusu dışındaki konuların  $WUE_{ET}$  değerleri arasında genelde küçük farklılıklar bulunmaktadır.

Sulama düzeyleri arttıkça  $RWC$  değerleri artmıştır. En düşük  $RWC$  değeri, susuz konusunda, en yüksek  $RWC$  ise tam sulanan konularda elde edilmiştir.

## 5.2. Öneriler

Ülkemiz çok çeşitli yağ bitkisinin yetiştirilmesine elverişli ekolojiye sahip olmasına karşın, yağlı tohum ve bitkisel yağlarda açık yıllardır devam etmektedir. Kanola önemli bir yağ bitkisidir. Bu bitkinin ekim planında yer alabilmesi için en uygun yetiştirme tekniklerinin belirlenmesi ve bölgeye en iyi uyum gösteren çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu sonuçlara göre Harran ovası koşullarında yetiştirilecek kışlık kanola çiçeklenme ve tane olumunda sulanmalıdır. Aksi halde önemli düzeyde verim kaybı olmaktadır.

Dünyada yapılan birçok çalışma kanolada optimum ürüne ulaşmak için elverişli nemin %75'in üzerinde olması önerilmektedir.

Harran ovası koşullarında yetiştirilecek kışlık kanola çiçeklenme ve tane olum dönemlerinde tam sulama yapılmasının gerektiği, eksik sulamaların önemli

düzeyde verim kaybı ile sonuçlanacağı anlaşılmaktadır. Buna göre, eğer sulama suyunun kıt olduğu bir yerde kanola yetiştiriliyorsa sulama çiçeklenme zamanı yapılmalıdır. Dolayısıyla bu çalışma optimum bir ürün almak için su kısıntısından kaçınılması gerektiğini göstermiştir.



## 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. & Environ. Sci., 5 (6): 755-761, ISSN 1818-6769 © IDOSI Publications, 2009
- ALGAN, N., 1990. Çukurova Bölgesinde Kışlık 2.Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Bazı Yemlik Kolza (*B.nappus ssp.rapififera*) Çeşitlerinin Verim ve Diğer Bazı Özellikleri Üzerine Araştırmalar. 1.Çukurova Tarım Kongresi 9-11 Ocak 1991, Adana.
- AL-JALOUD, A.A., HUSSAIN, G., KARIMULLA, S., AL HAMIDI, A.H., 1996. Effect of irrigation and nitrogen on yield and yield components of two rapeseed cultivars, Agricultural Water Management 30:1 1996
- ANGADI, S., AHMED, W., BEGNA, S., RANGAPPA, U.M., ULERY, A., O'NEILL, M., TROSTLE, C., 2010. Deficit Irrigation Management of Winter Canola in the Southern High Plains. New Mexico State University, Clovis, ASA, CSSA and SSSA Oct 31-November 4 Int. Annual Meetings Wednesday
- ANONİM., 2006a. Kanola Üretiminde İlk 10 Ülke, (FAO, 2006)
- ANONİM., 2006b. Dünyada Önemli Kolza Üreticisi Ülkelerin 190-95 ve Yılları Arasındaki Üretimleri (1000 ton), (<http://kanola.blogspot.com/>)
- ANONİM., 2010. Ülkemizde Yağlı Tohum Üretimi, [www.tarim.gov.tr](http://www.tarim.gov.tr)
- ATAKİŞİ, I.K., 1991. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. 181 s. Tekirdağ
- AUJLA, E., HAINSWORTH, K., PATEL, T., 2003. Factory Gate, Open Book and Beyond. Watford: IGD
- BANUELOS, G.S., BRYLA, D.R., COOK, C.G., 2002. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation, in Central California, Industrial Crops and Products 15 (2002) 237-245
- CHAMPOLIVIER, L., MERRIN, A., 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to Brassica napus L. var. oleifera on yield, yield components and seed quality. Europ. J. Agron., 5: 153-160

- CLARKE, J.M., SIMPSON, G.M., 1977. Leaf osmotic potential as an indicator of crop water deficit and irrigation need in rapeseed (*Brassica napus* L.) Agricultural Water Management Volume 1, Issue 4, December 1977, s. 351-356
- ÇULLU, M. A., KARAKAŞ, S., DİNÇ, U., ŞAHİN, Y., 2004. Classification of Soils of Şanlıurfa in Soil Taxonomy, FAO/UNESCO and WRB Classification Systems. International soils Congress, Erzurum, Turkey
- DPT., 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı Bitkisel Üretim Raporu, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No:2713, Ankara
- DADIVAR, M., KHODSHENAS, M.A., 2007. Evaluation of water stres effect on canola (*Brassica napus*), Journal of Agricultural Sciences. Islamic Azad Uneversity, 12 4 845-853
- DANESHMAND, A., SHIRANI-RAD A.H., DANESHIAN, J., 2007. Echophysiological and agronomical aspects of rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes as affected by soil water availability -(Agronomy Section). Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress Sustainable Development in Cruciferous Oilseed Crops Production, March 26-30, Wuhan, China, Science Press USA Inc. 244s
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H., 1988. Yield Response to Water. FAO Irrig. Drain Paper 33, Rome, 193s
- EFETHA, A., SUTTON, D., 2008. Irrigation Management of Canola. Government of Alberta: Agriculture and Rural Development. Available: <http://www.agric.gov.ab.ca> (Accessed: 8 December, 2010).
- FAO., 2006. Dünyada Kolza Üreticisi Ülkeler ve Üretimleri. United Nations Food and Agriculture Organization. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FARAJI, A., LATIFI, N., SOLTANI, A., RAD, A.H.S., 2008. Effect of high temperature stres and supplemental irrigation on flower and pod formation in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars at Mediterranean climate. Assian Journal of Plant Science. 7(4): 343-351

- GÜÇER, A., 1993. Ankara ve bolu yörelerinde yetiştirilebilecek yazlık ve kışlık kolza çeşitlerinde verimin saptanması, K.H.A.E. ANKARA Genel yayın no:184, Eser no: R-91
- HALL, A.E., 1992. Breeding for heat tolerance. *Plant Breed. Rev.*, 10: 129-168
- HATI, K.M., MANDAL, K.G., MISRA, A.K., GHOSH, P.K., ACHARYA, C.L., 2001. Evapo-transpiration, water-use efficiency, moisture use and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*) under varying levels of irrigation and nutrient management in Vertisol. *Indian J. Agric. Sci.*, 74(6): 339-342
- HENRY, J.L., Mc DONALD, K.B., 1978. The effects of soil and fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein content of rape. *Can. J. Soil Sci.* 58:303-310
- HERGERT, G.W., MARGHEIM, J., PAVLISTA, A., BURGNER, P., LYON, D., HAZEN, A., MARTİN, D., SUPALLA, R., THOMPSON, C., 2011. Yields and ET of deficit to fully irrigated canola and camelina. *Proceedings of the 23rd Annual Central Plains Irrigation Conference, Burlington, CO., February 22-23, 2011*
- HOWELL, T.A., MUSICK, J. T., TOLK, J.A., 1986. Canopy Temperature of Irrigated Winter Wheat. *Transaction of ASAE*, 29(6): 1692–1699
- HOWELL, T.A., CUENCA, R.H., SOLOMON, K.H., 1990. Crop Yield Response. "Management of Farm Irrigation Systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon." Chap. 5. An ASAE Monograph, St. Joseph, MI, s. 93-116
- İLBEYİ, A., 1985. Bolu yöresinde sulu koşullarda yetiştirilebilen yazlık kolza çeşitleri. K.H.A.E. ANKARA, Genel yayın no:108, Eser no: R-46
- İNAN, I.H., GAYTANCIOĞLU, O., 1996. Türkiye’de Ayçiçeği Tarımı ve Bitkisel Yağ Sanayinin Ekonomik Yapısı. *T.Ü Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 4, Tekirdağ*
- JENSEN, CR., MOGENSEN, V.O., MORTENSEN, G., FIELDSSEND, J.K., MILFORD, G.F.J., ANDERSEN, M.N., THAGE J.H., 1996. Seed glucosinolate, oil and protein contents of field grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. *Field Crop research* 47: 2-3, 93-105

- KHAE., 2003. 2002 Su Yılı Hidrometeorolojik Rasat Verileri Şanlıurfa- Harran Ovası KHGM, Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- KOLSARICI, O., BAŞLAMA, D., İŞLER, N., ARIOĞLU, H., GÜR, A., OLHAN, E. SAĞLAM, C., 2000. Yağ Bitkileri Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği 5.Teknik Tarım Kongresi,17-21 Ocak 2000 Ankara, s.485-503
- KROGMAN, K.K., HOBBS, E.H., 1975. Canadian Journal of Plant Science 55:903-909
- MAJID, A., SIMPSON. G.M., 1997. Growth relationship of mustard under irrigated conditions. Pak. J. Bot., 29(1):125-134
- MENDHAM, N. J., SALISBURY, P. A., 1995. Physiology: Crop development, growth and yield. Pages 11–64 in D. Kimber and D. I. McGregor, ed. Brassica oilseeds: Production and utilization. CAB International, Slough, UK
- MILLER, P., HOLMES, J., 2010. Does Winter Canola Have a Viable Fit in Montana. ASA, CSSA and SSSA Oct 31-November 4, Int. Annual Meetings Long Beach Convention Center, Room 201A, Second Floor
- MINGEAU, M., 1974. Comportement du colza de printemps a la secheresse. Bull. CETIOM 36:1–11
- MUHAMMAD, N., CHEEMA, M.A., WAHID, M.A., AHMAD, N., ZAMAN, M., 2007. Effect of source and method of nitrogen fertilizer application on seed yield and quality of canola (*Brassica napus* L.), Pak. J. Agri. Sci., 44(1):74-78
- NIELSEN, D.C., 1997. Water use and yield of Canola under dryland conditions in the Central Great Plains. J. of Prod. Agric, 10(2):307-313
- NOORI, S.A.S., KHALAJ, H.; RAD, A.H.S., ALAHDADI, I., AKBARI, G.A., ABADI, M.R.L.H., 2007. Investigation of seed vigor and germination of canola cultivars under less irrigation in padding stage and after it. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10 (17) 2880-2884 Oil Word, 1995. ‘The 95/96 Outlook for Rapeseed Oil Word Annual 1995, s. 36-37
- PADMANI, D.R., PORWAL, B.C., JAİN, P.M., PATEL, J., PATEL, J.C., 1992. Effect of irrigation and nitrogen on yield and yield attributes of mustard (*Brassica juncea*) Indian J. Agron., 37(3):477-480

- PANDA, B.B., BANDYOPADHYAY, S.K., SHIVAY, Y.S., 2004. Effect of irrigation level, sowing dates and varieties on yield attributes, yield, consumptive water use and water-use efficiency of Indian mustard (*Brassica juncea*). *Indian J. Agric. Sci.*, 74(6):339-342
- PARVEEN, K., SINGH, R.P., SUBHASH, C., 1996. Influence of irrigation scheduling on growth and seed quality of mustard. *Ann. Agric. Res.* 17(2):184-185
- RAHNEMA, A.A., BAKHSHANDEH, A.M., 2006. Determination of optimum irrigation level and compatible canola varieties in the Mediterranean Environment. *Asian J. Plant Sci.*, 5(3): 543-546
- RATHORE, A.C., PATEL, S.C., 1990. Effect of irrigation schedules on growth and yield of mustard. *Indian J. Agron.*, 35(4): 395-399
- SIMS, J.R., DJSOLUM, D.M., WICHMAN, G.D., KUSHANAK, L.E., WELTY, G.D., JACKSON, G.F., STALKNECT, M.P., CARLSON, G.R., 1993. Canola variety yields trials. *Montana Agres*, 10:15-20
- SINAKI, J.M., 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.). *American-urasian Journal of Agriculture and Enviromental Science*, 4:417-422
- SOBUTAY, T., 2004. Kanola Sektör araştırması .Uzman İstanbul Ticaret odası Dış ticaret şubesi Araştırma servisi, [www.ito.org.tr](http://www.ito.org.tr)
- STEWART, W.E., LİN, L. S., WIRANOWSKA-STEWART, M., CANTELL, K., 1977. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 74:4200-4204
- STOKER, R., CARTER, K.E., 1984. Effect of irrigation and nitrogen on yield and quality of oil seed rape, *N.Z.J.Exp. Agric.* 12:219-224
- SÜZER, S., 2012. Kanola (kolza) Tarımı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, [www.tae.gov.tr](http://www.tae.gov.tr)
- TAHIR, M., ALI, A., NADEEM, M.A., TANVEER, A., SABIR, Q.M., 2007. Performance of Canola (*brassica napus* L.) Under Different Irrigation Levels, *Pak. J. Bot.*, 39(3):739-746

- TAYLOR, A. J., SMITH, C. J., WILSON, I. B., 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). *Nutrient Cycling in Agro-ecosystems*, 29(3):249-260
- TÜZÜNER, A., KURUCU, N., GEDİKOĞLU, İ., EYÜPOĞLU, F., BÖREKÇİ, M., SÖNMEZ, B., AĞAR, A., 1990. *Toprak ve Su Analiz Lab. El Kitabı*. Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri. Gen. Müd. Yay. Ankara, 375s
- YARON, D., 1971. Estimation and Use of Water Production Functions In Crops *J. of The Irr. Drain. Div. Proc. of the ASCE*, 291–302
- YURTSEVER, N., 1984. *Deneysel İstatistik Metotları*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yay. No:12, Tek Yay. No:56, Ankara, 623s

## ÖZGEŞMİŞ

İlk ve orta öğretimini Konya’ da tamamlayan Pınar BAHÇECİ, 1998 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü kazandı. Stajını 2002 yaz döneminde Ankara Toprak ve Gübre Aştırma Enstitüsünde tamamladı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesini 2004 yılında bitirdi. Yüksek lisansını Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında “ Tamburalı yağmurlama sulama sistemlerin performanslarının belirlenmesi” konusunda yaptı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında 2007 yılında Doktora programına başladı.

Konusu ile ilgili dergilerde yayınları bulunan Pınar BAHÇECİ, Halen Ziraat Bankası Şanlıurfa Şubesi, Tarımsal Krediler servis yetkilisi olarak çalışmaktadır.

## **EKLER**



## EK ÇİZELGELER

Ek Çizelge 1. Deneme Konularından Elde Edilen Tane Verimleri, kg da<sup>-1</sup> (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
Z <sub>0d</sub>	I <sub>0</sub>	96.0	104.0	109.0	103.0 <sup>d</sup>
Z <sub>1c</sub>	I <sub>25</sub>	96.5	123.9	129.7	116.7
	I <sub>50</sub>	102.2	214.4	175.5	164.0
	I <sub>75</sub>	153.1	148.3	164.4	155.3
	I <sub>100</sub>	143.6	125.9	195.2	154.9
Z <sub>2b</sub>	I <sub>25</sub>	158.1	226.4	101.0	161.8
	I <sub>50</sub>	147.2	221.5	202.2	190.3
	I <sub>75</sub>	225.1	274.2	170.8	223.4
	I <sub>100</sub>	249.3	299.3	102.7	217.1
Z <sub>3a</sub>	I <sub>25</sub>	209.7	186.9	246.8	214.5
	I <sub>50</sub>	340.9	253.1	294.3	296.1
	I <sub>75</sub>	197.3	262.1	305.7	255.1
	I <sub>100</sub>	287.8	291.5	242.6	273.9
Z <sub>4a</sub>	I <sub>25</sub>	159.6	185.9	195.9	180.5 <sup>c</sup>
	I <sub>50</sub>	295.9	222.0	290.9	269.6 <sup>b</sup>
	I <sub>75</sub>	356.2	273.7	374.6	334.8 <sup>a</sup>
	I <sub>100</sub>	340.2	289.1	331.7	320.4 <sup>a</sup>

Ek Çizelge 2. Deneme Konularından Elde Edilen Tane Verimleri, kgda<sup>-1</sup> (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	167.9	167.0	104.1	146.3
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	201.4	219.6	224.5	215.2
	I <sub>50</sub>	280.3	241.4	165.4	229.0
	I <sub>75</sub>	271.4	261.9	219.4	250.9
	I <sub>100</sub>	271.9	242.2	266.4	260.2
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	304.1	268.6	361.8	311.5
	I <sub>50</sub>	289.2	218.5	255.7	254.5
	I <sub>75</sub>	231.1	272.9	191.7	231.9
	I <sub>100</sub>	321.3	324.7	335.9	327.3
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	214.3	178.8	229.6	207.5
	I <sub>50</sub>	258.7	247.3	192.1	232.7
	I <sub>75</sub>	260.1	295.9	256.4	270.8
	I <sub>100</sub>	287.4	433.1	298.1	339.5
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	257.8	208.2	291.6	252.5
	I <sub>50</sub>	258.2	236.9	311.6	268.9
	I <sub>75</sub>	254.1	342.7	324.6	307.1
	I <sub>100</sub>	431.2	344.6	324.9	366.9

Ek Çizelge 3. Deneme Konularından Elde Edilen Bin Tane Ağırlıkları, g (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	1.40	2.30	1.70	1.80
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	1.60	2.30	2.00	1.97
	I <sub>50</sub>	1.80	2.60	2.60	2.33
	I <sub>75</sub>	2.00	2.30	2.40	2.23
	I <sub>100</sub>	2.20	2.50	2.30	2.33
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	2.30	2.50	1.80	2.20
	I <sub>50</sub>	2.30	2.60	2.30	2.40
	I <sub>75</sub>	2.10	2.60	2.00	2.23
	I <sub>100</sub>	2.10	2.50	2.20	2.27
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	2.90	2.60	2.90	2.80
	I <sub>50</sub>	2.90	3.40	2.60	2.97
	I <sub>75</sub>	2.90	3.00	3.00	2.97
	I <sub>100</sub>	3.30	2.70	2.70	2.90
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	3.00	2.70	2.50	2.73
	I <sub>50</sub>	2.70	2.50	2.60	2.60
	I <sub>75</sub>	2.90	2.80	2.70	2.80
	I <sub>100</sub>	2.80	2.80	2.90	2.83

Ek Çizelge 4. Deneme Konularından Elde Edilen Bin Tane Ağırlıkları, g (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	1.7	1.9	2.0	1.87
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	2.0	2.6	2.2	2.27
	I <sub>50</sub>	1.9	2.6	2.4	2.30
	I <sub>75</sub>	2.3	2.7	2.2	2.40
	I <sub>100</sub>	2.6	2.4	2.3	2.43
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	2.6	2.3	2.4	2.43
	I <sub>50</sub>	1.9	2.9	2.1	2.30
	I <sub>75</sub>	2.0	2.7	1.8	2.17
	I <sub>100</sub>	1.8	2.4	2.1	2.10
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	2.7	2.2	2.8	2.57
	I <sub>50</sub>	2.4	2.4	2.1	2.30
	I <sub>75</sub>	2.5	2.7	2.8	2.67
	I <sub>100</sub>	2.1	2.8	2.1	2.33
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	1.9	1.7	2.7	2.10
	I <sub>50</sub>	2.0	1.8	2.8	2.20
	I <sub>75</sub>	2.3	1.8	2.9	2.33
	I <sub>100</sub>	2.9	2.7	2.3	2.63

Ek Çizelge 5. Deneme Konularından Elde Edilen Biyokütle Verimleri, kg da<sup>-1</sup>  
(2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	432.1	359.3	446.4	412.6
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	500.0	535.7	507.1	514.3
	I <sub>50</sub>	534.3	755.7	653.6	647.9
	I <sub>75</sub>	721.4	650.0	657.1	676.2
	I <sub>100</sub>	709.3	653.6	707.1	690.0
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	691.4	707.1	521.4	640.0
	I <sub>50</sub>	542.9	975.0	735.7	751.2
	I <sub>75</sub>	907.9	982.1	650.0	846.7
	I <sub>100</sub>	897.9	975.0	471.4	781.4
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	737.9	607.1	930.7	758.6
	I <sub>50</sub>	1103.6	728.6	985.7	939.3
	I <sub>75</sub>	685.7	902.1	942.9	843.5
	I <sub>100</sub>	832.9	821.4	757.1	803.8
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	607.1	735.7	752.1	698.3
	I <sub>50</sub>	1035.7	823.6	1014.2	957.9
	I <sub>75</sub>	1221.4	840.0	1152.1	1071.2
	I <sub>100</sub>	1232.1	905.7	1042.1	1060.0

Ek Çizelge 6. Konularından Elde Edilen Biyokütle Verimleri, kg da<sup>-1</sup> (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	607.1	750.0	678.6	678.6
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	1314.3	946.4	1121.4	1127.4
	I <sub>50</sub>	1207.1	1292.8	792.8	1097.6
	I <sub>75</sub>	625.0	1039.3	957.1	873.8
	I <sub>100</sub>	1325.0	817.8	989.3	1044.1
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	1314.3	964.3	1289.3	1189.3
	I <sub>50</sub>	1185.7	1100.0	1007.1	1097.6
	I <sub>75</sub>	1150.0	1078.6	785.7	1004.7
	I <sub>100</sub>	1060.7	892.8	1121.4	1025.0
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	1092.8	871.4	1114.3	1026.2
	I <sub>50</sub>	1392.8	1046.4	875.0	1104.7
	I <sub>75</sub>	1396.4	1307.1	1192.8	1298.8
	I <sub>100</sub>	817.8	1525.0	1164.3	1169.0
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	1092.8	1153.6	1150.0	1132.1
	I <sub>50</sub>	985.7	1164.3	1046.4	1065.5
	I <sub>75</sub>	1217.8	1307.1	1378.6	1301.2
	I <sub>100</sub>	1442.8	1550.0	1464.3	1485.7

Ek Çizelge 7. Konularından Elde Edilen Bitki Başına Dal Sayısı (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	5.0	6.0	5.0	5.3
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	6.0	6.0	6.6	6.2
	I <sub>50</sub>	6.0	6.0	4.8	5.6
	I <sub>75</sub>	6.2	6.8	3.6	5.5
	I <sub>100</sub>	6.8	6.2	5.6	6.2
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	6.8	7.4	4.6	6.3
	I <sub>50</sub>	6.4	7.0	5.0	6.1
	I <sub>75</sub>	6.6	5.8	6.4	6.3
	I <sub>100</sub>	7.8	4.4	5.0	5.7
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	6.0	7.4	7.6	7.0
	I <sub>50</sub>	6.6	7.2	6.8	6.9
	I <sub>75</sub>	5.8	7.2	5.2	6.1
	I <sub>100</sub>	6.0	7.6	6.0	6.5
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	7.0	6.0	5.0	6.0
	I <sub>50</sub>	7.0	6.4	5.2	6.2
	I <sub>75</sub>	8.0	6.2	6.2	6.8
	I <sub>100</sub>	8.2	7.6	7.0	7.6

Ek Çizelge 8. Konularından Elde Edilen Bitki Başına Dal Sayıları, (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	7.2	6.9	7.1	7.1
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	10.4	8.0	8.6	9.0
	I <sub>50</sub>	8.2	9.0	8.6	8.6
	I <sub>75</sub>	7.8	9.2	9.2	8.7
	I <sub>100</sub>	10.0	8.8	7.8	8.8
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	8.4	8.2	9.8	8.8
	I <sub>50</sub>	9.8	8.4	9.8	9.3
	I <sub>75</sub>	11.6	8.4	9.4	9.8
	I <sub>100</sub>	8.4	9.6	9.4	9.1
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	7.4	8.0	8.8	8.1
	I <sub>50</sub>	8.2	9.2	7.4	8.3
	I <sub>75</sub>	9.2	8.0	9.0	8.7
	I <sub>100</sub>	9.0	8.8	8.4	8.7
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	7.8	8.8	8.8	8.5
	I <sub>50</sub>	9.6	8.4	8.4	8.8
	I <sub>75</sub>	7.0	10.6	9.4	9.0
	I <sub>100</sub>	8.0	10.0	9.0	9.0

Ek Çizelge 9. Konulardan Elde Edilen Bitki Başına Harnup Sayısı, (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	40.0	47.0	39.0	42.0
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	52.0	81.0	74.4	69.1
	I <sub>50</sub>	59.8	84.8	60.8	68.5
	I <sub>75</sub>	89.2	66.2	36.2	63.9
	I <sub>100</sub>	70.4	80.4	89.2	80.0
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	81.6	100.4	62	81.3
	I <sub>50</sub>	82.4	112	45	79.8
	I <sub>75</sub>	87.2	94.8	49.4	77.1
	I <sub>100</sub>	119.0	107.4	38.8	88.4
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	65.0	63.6	108.2	78.9
	I <sub>50</sub>	139.4	82.0	77.8	99.7
	I <sub>75</sub>	83.8	76.2	96	85.3
	I <sub>100</sub>	105.2	78.6	118.2	100.7
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	66.0	119	51.8	78.9
	I <sub>50</sub>	110.0	83.8	92.8	95.5
	I <sub>75</sub>	95.4	86.4	106.2	96.0
	I <sub>100</sub>	183.2	144.4	101.6	143.1

Ek Çizelge 10. Konulardan Elde Edilen Bitki Başına Harnup Sayısı (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	47.5	44.7	42.5	44.9
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	69.8	35.8	44.3	50.0
	I <sub>50</sub>	71.8	62.8	49.1	61.2
	I <sub>75</sub>	88.3	47.7	72.3	69.4
	I <sub>100</sub>	78.9	69.1	41.3	63.1
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	49.4	51.4	65.8	55.5
	I <sub>50</sub>	41.9	48.0	70.9	53.6
	I <sub>75</sub>	63.3	70.7	68.1	67.4
	I <sub>100</sub>	44.0	43.3	87.1	58.1
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	49.3	57.8	56.0	54.4
	I <sub>50</sub>	52.9	55.9	43.3	50.7
	I <sub>75</sub>	71.5	43.9	40.3	51.9
	I <sub>100</sub>	51.3	51.1	49.0	50.5
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	45.7	44.1	64.0	51.3
	I <sub>50</sub>	55.5	77.3	60.4	64.4
	I <sub>75</sub>	49.9	76.0	66.2	64.0
	I <sub>100</sub>	44.3	101.3	54.2	66.6

Ek Çizelge 11. Deneme Konularına İlişkin Bitki Boy Yükseklikleri (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	96.0	104.0	109.0	103.0
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	127.6	135	144.6	135.7
	I <sub>50</sub>	128.6	142.4	155.0	142.0
	I <sub>75</sub>	138.0	130.6	152.8	140.5
	I <sub>100</sub>	148.2	135.4	152.4	145.3
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	133.6	139.8	119.4	130.9
	I <sub>50</sub>	135.4	141.0	126.4	134.3
	I <sub>75</sub>	135.0	133.4	125.8	131.4
	I <sub>100</sub>	127.8	134.2	118.6	126.8
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	129.8	133.4	151.2	138.1
	I <sub>50</sub>	152.8	125.6	152.6	143.7
	I <sub>75</sub>	130.8	129.8	146.2	135.6
	I <sub>100</sub>	130.0	130.6	144.8	135.1
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	137.4	135.8	155.6	142.9
	I <sub>50</sub>	151.0	149.6	152	150.8
	I <sub>75</sub>	151.8	146.6	161.2	153.2
	I <sub>100</sub>	148.6	134.2	159.2	147.3

Ek Çizelge 12. Deneme Konularına İlişkin Bitki Boy Yükseklikleri (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I0	116.0	120.0	115.0	117.0
Z <sub>1</sub>	I25	166.4	151.2	165.4	161.0
	I50	159.0	168.2	165.6	164.3
	I75	168.0	160.2	158.4	162.2
	I100	151.6	158.0	164.0	157.9
Z <sub>2</sub>	I25	169.4	153.4	155.2	159.3
	I50	161.6	146.2	159.0	155.6
	I75	161.4	157.4	163.6	160.8
	I100	168.0	163.0	157.6	162.8
Z <sub>3</sub>	I25	158.2	157.6	155.4	157.1
	I50	154.4	161.2	158.8	158.1
	I75	162.6	167.6	162.8	164.3
	I100	156.8	165.2	160.6	160.8
Z <sub>4</sub>	I25	152.8	166.4	165.4	161.5
	I50	154.2	153.2	165.6	157.7
	I75	161.8	157.8	164.0	161.2
	I100	170.4	168.2	164.0	167.5

Ek Çizelge 13. Deneme Konularına İlişkin Hasat İndeks (Hİ) Değerleri, % (2009)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ortalama
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	22.2	28.9	24.4	25.2
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	19.3	23.1	25.6	22.7
	I <sub>50</sub>	19.1	28.4	26.8	24.8
	I <sub>75</sub>	21.2	22.8	25.0	23.0
	I <sub>100</sub>	20.3	19.4	27.6	22.4
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	22.8	32.0	19.4	24.7
	I <sub>50</sub>	27.1	22.7	27.5	25.7
	I <sub>75</sub>	24.8	27.9	26.3	26.3
	I <sub>100</sub>	27.7	30.7	21.8	26.7
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	28.4	30.8	26.5	28.5
	I <sub>50</sub>	30.9	34.7	29.8	31.8
	I <sub>75</sub>	28.8	29.1	32.4	30.1
	I <sub>100</sub>	34.6	35.5	32.1	34.0
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	26.3	25.3	26.1	25.8
	I <sub>50</sub>	28.6	26.9	28.7	28.1
	I <sub>75</sub>	29.2	32.6	32.5	31.4
	I <sub>100</sub>	27.6	31.9	31.8	30.5

Ek Çizelge 14. Deneme Konularına İlişkin Hasat İndeks Değerleri, % (2010)

Sulama. Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	27.6	22.3	15.3	21.7
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	15.3	23.2	20.0	19.5
	I <sub>50</sub>	23.2	18.6	20.8	20.9
	I <sub>75</sub>	43.4	25.2	22.9	30.5
	I <sub>100</sub>	20.5	29.6	26.9	25.7
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	23.1	27.8	28.1	26.4
	I <sub>50</sub>	24.4	19.8	25.4	23.2
	I <sub>75</sub>	20.1	25.3	24.4	23.3
	I <sub>100</sub>	30.3	36.4	29.9	32.2
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	19.6	20.5	20.6	20.2
	I <sub>50</sub>	18.6	23.6	21.9	21.4
	I <sub>75</sub>	18.6	22.6	21.5	20.9
	I <sub>100</sub>	35.1	28.4	25.6	29.7
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	23.6	18.1	25.4	22.3
	I <sub>50</sub>	26.2	20.4	29.7	25.4
	I <sub>75</sub>	20.8	26.2	23.5	23.5
	I <sub>100</sub>	29.8	22.2	22.2	24.7

Ek Çizelge 15. Deneme Konularında Kanola Tohumlarının Yağ Oranları, % (2009)

Sulama. Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	25	25	24	24.7
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	30	33	32	31.7
	I <sub>50</sub>	31	30	29	30.0
	I <sub>75</sub>	31	32	32	31.7
	I <sub>100</sub>	27	26	27	26.7
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	26	28	27	27.0
	I <sub>50</sub>	31	27	31	29.7
	I <sub>75</sub>	31	30	33	31.3
	I <sub>100</sub>	29	28	30	29.0
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	30	27	28	28.3
	I <sub>50</sub>	31	31	32	31.3
	I <sub>75</sub>	32	34	33	33.0
	I <sub>100</sub>	29	30	28	29.0
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	25	23	25	24.3
	I <sub>50</sub>	35	33	31	33.0
	I <sub>75</sub>	31	26	30	29.0
	I <sub>100</sub>	36	31	30	32.3

Ek Çizelge 16. Deneme Konularında Kanola Tohumlarının Yağ Oranları, % (2010)

Sulama Zamanı	Sulama Düzeyi	1.Tek	2.Tek	3.Tek	Ort
Z <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	26	26	25	25.3
Z <sub>1</sub>	I <sub>25</sub>	29	31	30	30.0
	I <sub>50</sub>	28	25	32	28.3
	I <sub>75</sub>	26	29	27	27.3
	I <sub>100</sub>	29	28	27	28.0
Z <sub>2</sub>	I <sub>25</sub>	31	22	30	27.7
	I <sub>50</sub>	27	30	27	28.0
	I <sub>75</sub>	27	30	30	29.0
	I <sub>100</sub>	31	32	28	30.3
Z <sub>3</sub>	I <sub>25</sub>	31	28	26	28.3
	I <sub>50</sub>	36	38	34	36.0
	I <sub>75</sub>	35	33	32	33.3
	I <sub>100</sub>	33	32	34	33.0
Z <sub>4</sub>	I <sub>25</sub>	32	33	34	33.0
	I <sub>50</sub>	31	32	34	32.3
	I <sub>75</sub>	30	34	34	32.7
	I <sub>100</sub>	40	39	42	40.3