



**T.C.**  
**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# **SOYA FASULYESİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ**

**Burak Nazmi CANDOĞAN**

**DOKTORA TEZİ**  
**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**BURSA-2009**



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## SOYA FASULYESİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ

Burak Nazmi CANDOĞAN

Prof. Dr. Senih YAZGAN

(Danışman)

DOKTORA TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

BURSA-2009

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## SOYA FASULYESİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ

Burak Nazmi CANDOĞAN

DOKTORA TEZİ  
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 23/06/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Senih YAZGAN

Danışman

Prof. Dr. Abdurrahim Tanju GÖKSOY

Üye

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR

Üye

Prof. Dr. A. Halim ORTA

Üye

Prof. Dr. Kemal Sulhi GÜNDOĞDU

Üye

## ÖZET

Bu çalışma, soya fasulyesinin (*Glycine max* L. Merrill) su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla, yarı-nemli bir iklime sahip Güney Marmara Bölgesinde, iki yıl süreyle yürütülmüştür. Kurulan arazi denemesi toprak su içeriğine dayalı tam su, farklı düzeylerde kısıntılı su ve susuz uygulamalarını kapsamaktadır. Kısıntılı sulama konuları soya fasulyesinin vejetatif gelişme, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerine göre düzenlenmiştir. Sulama suyu damla sulama yöntemi ile uygulanmıştır.

Araştırma sonucunda, soya fasulyesinde, deneme konularının tane verimi ve verim bileşenleri üzerine etkileri  $P<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek mevsimlik su tüketimi ve verim, araştırmanın her iki yılında tam su uygulanan konuda ölçülmüştür. Bununla birlikte, oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki doğrusal regresyon analizlerine göre soya fasulyesi suya en çok bakla oluşumu ve tane gelişim dönemlerinde duyarlıdır.

Sonuç olarak, soya fasulyesi yetiştiriciliğinde yarı-nemli iklim koşulunda vejetatif gelişme döneminde su eksikliği verim üzerinde belirleyici değildir. En yüksek verim için diğer gelişme dönemlerinde su eksikliği oluşturulmamalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Soya fasulyesi, kısıntılı sulama, su-verim ilişkileri

**ABSTRACT**

This study was carried out to investigate water-yield relationships of soybean (*Glycine max* L. Merrill) in the southern Marmara region of Turkey under a sub-humid climate for two seasons. Field experiments were consisting of full water, deficit irrigation and rainfed treatments. Deficit irrigation treatments were determined based on the phenological periods of soybean as vegetative growth, flowering, pod setting, and seed enlargement. Irrigation water was applied by drip irrigation method.

The result of study showed that effect of irrigation treatments on yield and yield components were significant at  $P < 0.01$  level. Maximum crop evapotranspiration and yield were obtained from fully irrigated treatment. On the other hand, according to linear regression analyzes of relative evapotranspiration deficiency and relative yield decrease, soybean is very sensitive to water deficit especially during pod setting and seed enlargement stages.

As a result, under semi-arid climate condition water stress during vegetative growing stage has not a deterministic effect on soybean yield. However, in order to obtain maximum yield, fully irrigation throughout the other development stages is necessary.

**Key Words:** Soybean, deficit irrigation, water-yield relationship

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa</b>
TEZ ONAY SAYFASI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b>	<b>6</b>
2.1. Soya Fasulyesi Bitkisi	6
2.2. Soya Fasulyesi Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Miktarı	10
2.3. Sulamanın Soya Fasulyesi Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkileri	15
2.4. Soya Fasulyesi Verim Tepki Etmeni	26
2.5. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği	27
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b>	<b>29</b>
3.1. Materyal	29
3.1.1. Araştırma Yeri	29
3.1.2. Toprak Özellikleri	29
3.1.3. İklim Özellikleri	30
3.1.4. Bitki Özellikleri	30
3.1.5. Sulama Suyu	33
3.1.6. Sulama Sistemi	33
3.1.7. Araştırmada Kullanılan Donanımlar	36
3.1.7.1. Nötronmetre	36
3.1.7.2. Taşınabilir Yaprak Alan Ölçer	38
3.1.7.3. Diğer Donanımlar	38
3.2. Yöntem	39
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri	39
3.2.2. Tarımsal İşlemler	39
3.2.3. Deneme Konuları	41
3.2.4. Toprak Nemi Ölçümleri	45

3.2.5. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Süresinin Belirlenmesi	48
3.2.6. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi	49
3.2.7. Su-Verim İlişkileri	50
3.2.8. Su Kullanım Etkinliği	50
3.2.9. Verim ve Verim Bileşenleri	51
3.2.9.1. Tane Verimi	51
3.2.9.2. Bitkide Bakla Sayısı (adet/bitki)	51
3.2.9.3. Bitkide Tane Sayısı (adet/bitki)	52
3.2.9.4. 1000 Tane Ağırlığı (g)	52
3.2.9.5. Biyolojik Verim (kg/da)	52
3.2.9.6. Hasat İndeksi (%)	52
3.2.9.7. Bitki Boyu (m)	52
3.2.9.8. Yaprak Alan İndeksi (YAI)	52
3.2.9.9. Yağ Oranı ve Verimi	53
3.2.9.10. Protein Oranı ve Verimi	53
3.2.10. Verilerin Değerlendirilmesi	53
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA</b>	<b>54</b>
4.1. Gelişme Dönemleri	54
4.2. Uygulanan Sulama Suyu Miktarı	57
4.3. Bitki Su Tüketimi	61
4.4. Verim ve Verim Bileşenleri	65
4.4.1. Tane Verimi	66
4.4.2. Bitkide Bakla Sayısı	70
4.4.3. Bitkide Tane Sayısı	73
4.4.4. 1000 Tane Ağırlığı	75
4.4.5. Biyolojik Verim (Biomass)	77
4.4.6. Hasat İndeksi	80
4.4.7. Bitki Boyu	82
4.4.8. Yaprak Alan İndeksi	84
4.4.9. Yağ Oranı ve Verimi	90
4.4.10. Protein Oranı ve Verimi	95

4.5. Su-Verim İlişkileri	99
4.6. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği	105
<b>5. SONUÇ</b>	<b>108</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>111</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>120</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>121</b>



<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Soya fasulyesinin 100 g'ında bulunan besin değeri ile özel mineral ve vitaminler	9
Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	29
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalama değerleri (1975–2003)	31
Çizelge 3.3. Araştırma alanına ilişkin 2005 ve 2006 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının aylık ortalama değerleri	32
Çizelge 3.4. Tarımsal işlemler (2005)	41
Çizelge 3.5. Tarımsal işlemler (2006)	41
Çizelge 3.6. Vejetatif ve generatif dönemler	43
Çizelge 4.1. Bitki gelişme dönemleri	54
Çizelge 4.2. Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları (2005 yılı, mm)	59
Çizelge 4.3. Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları (2006 yılı, mm)	60
Çizelge 4.4. Deneme konularından elde edilen aylık ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (2005 yılı, mm)	62
Çizelge 4.5. Deneme konularından elde edilen aylık ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (2006 yılı, mm)	63
Çizelge 4.6. Araştırma yıllarında soya fasulyesinin tam sulama konusundaki aylara göre ortalama günlük su tüketimleri (mm)	64
Çizelge 4.7. Araştırma yıllarında farklı gelişme dönemlerine göre deneme konularından elde edilen yığışımli bitki su tüketimi değerleri (mm)	65
Çizelge 4.8. Tane verimi varyans analizi sonuçları (K.O.)	68
Çizelge 4.9. Tane verimi LSD testi sonuçları	69
Çizelge 4.10. Bitkide bakla sayısı varyans analizi sonuçları (K.O.)	72
Çizelge 4.11. Bitkide bakla sayısı LSD testi sonuçları	72
Çizelge 4.12. Bitkide tane sayısı varyans analizi sonuçları (K.O.)	74
Çizelge 4.13. Bitkide tane sayısı LSD testi sonuçları	75
Çizelge 4.14. 1000 Tane ağırlığı varyans analizi sonuçları (K.O.)	77

Çizelge 4.15. 1000 Tane ağırlığı LSD testi sonuçları	77
Çizelge 4.16. Biyolojik verim varyans analizi sonuçları (K.O.)	79
Çizelge 4.17. Biyolojik verim LSD testi sonuçları	80
Çizelge 4.18. Hasat indeksi varyans analizi sonuçları (K.O.)	81
Çizelge 4.19. Hasat indeksi LSD testi sonuçları	82
Çizelge 4.20. Bitki boyu varyans analizi sonuçları (K.O.)	84
Çizelge 4.21. Bitki boyu LSD testi sonuçları	84
Çizelge 4.22. Yaprak alan indeksi varyans analizi sonuçları (K.O.)	88
Çizelge 4.23. Deneme konularına göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları	88
Çizelge 4.24. Gelişme dönemlerine göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları	89
Çizelge 4.25. Deneme konuları ve gelişme dönemi interaksyonuna göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları	89
Çizelge 4.26. Yağ oranı varyans analizi sonuçları (K.O.)	91
Çizelge 4.27. Yağ oranı LSD testi sonuçları	92
Çizelge 4.28. Yağ verimi varyans analizi sonuçları (K.O.)	93
Çizelge 4.29. Yağ verimi LSD testi sonuçları	94
Çizelge 4.30. Protein oranı varyans analizi sonuçları (K.O.)	95
Çizelge 4.31. Protein oranı LSD testi sonuçları	96
Çizelge 4.32. Protein verimi varyans analizi sonuçları (K.O.)	97
Çizelge 4.33. Protein verimi LSD testi sonuçları	98
Çizelge 4.34. Soya fasulyesi bitkisinde oransal su tüketimi eksilişi ve oransal verim azalışları	100
Çizelge 4.35. Farklı gelişme dönemleri için dönemsel $k_y$ hesaplamalarında kullanılan deneme konuları	101
Çizelge 4.36. Araştırma yıllarına ve gelişme dönemlerine ilişkin verim fonksiyonları	101
Çizelge 4.37. Gelişme dönemlerine göre araştırma yılları birleştirilmiş verim fonksiyonları	103
Çizelge 4.38. Sulama konularına göre soya fasulyesinin su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri	106
Çizelge 4.39. Sulama konularına göre araştırma yılları ortalama soya fasulyesi su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri	107

<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Yolçatı (Göbelye) Göleti	33
Şekil 3.2. Damla sulama sisteminden bir bölüm ve bir parselin ayrıntılı görünümü	34
Şekil 3.3. Deneme alanına en yakın rögar	35
Şekil 3.4. Almaç	35
Şekil 3.5. Sulama sisteminin görünümü	36
Şekil 3.6. Nötronmetre	37
Şekil 3.7. Parselde alüminyum nötron tüpü	37
Şekil 3.8. Taşınabilir yaprak alan ölçer	38
Şekil 3.9. Pnömatik mibzerle soya fasulyesi ekimi	40
Şekil 3.10. Soya fasulyesi ekiminden sonra merdane çekilme işlemi	40
Şekil 3.11. Deneme alanı üzerinde deneme konularının görünümü	42
Şekil 3.12. Nötron saçılımı	46
Şekil 3.13. Toprak profilinin farklı derinlikleri için belirlenen kalibrasyon eşitlikleri	47
Şekil 4.1. Vejetatif gelişme dönemi	55
Şekil 4.2. Çiçeklenme dönemi	55
Şekil 4.3. Bakla oluşum dönemi	56
Şekil 4.4. Tane gelişim dönemi	56
Şekil 4.5. Olgunlaşma dönemi	57
Şekil 4.6. Tane verimi ile sulama suyu ilişkisi	70
Şekil 4.7. Tane verimi ile su tüketimi ilişkisi	70
Şekil 4.8. Deneme yıllarında su tüketimi ile verim arasındaki ilişkiler	100
Şekil 4.9. Araştırma yılları oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler	102
Şekil 4.10. Araştırma yılları birleştirilmiş oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler	103

## 1. GİRİŞ

Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill), yağı ve proteini için yetiştirilen dünyadaki en önemli bitkilerden biridir (Doorenbos ve Kassam 1979, Wilcox ve Shilbes 2001, Li ve Burton 2002). Tarih boyunca bir yağ ve protein bitkisi olarak kullanılan soya fasulyesi, ileri teknolojiyle birlikte protein kaynağı olarak da kullanılmaya başlanmıştır. O nedenle, günümüzde, soya bir protein bitkisi olarak tanımlanmaktadır. Nitekim son derece değerli proteini ile soyanın kullanım alanları da oldukça genişlemiştir. Soya tohumundan; soya yağı, soya küspesi, kuru soya fasulyesi, soya unu ve sütü, soya salçası ve eti üretmek mümkündür. Ayrıca soyanın taze ve yeşil fasulyeleri, taze olarak pişirilip yenilebildiği gibi, konserve halinde de tüketilebilmektedir. Soyanın gerek vejetatif kısımları ve gerekse taneleri, hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. İleri derecede yaşlanmış bitki sapları yakacak olarak veya hayvan barınaklarında altlık olarak kullanılabilir. Bunların yanında kendine özgü bakterisi aracılığıyla toprağın azotça zenginleşmesine de yardımcı olmaktadır (Turan ve Göksoy 1998).

Ülkemizde beklenen üretim alanlarına ulaşmayan soya üretimini arttırmak amacıyla, 1980 yılından beri, özellikle Çukurova ve Ege Bölgelerinde ikinci ürün olarak yetiştirilmesi için devlet tarafından büyük projeler yürütülmüştür. Bu sayede 1981'de ekim alanı 17 bin hektara ve üretim ise 15 bin tona çıkmıştır. Sonraki yıllarda, 1986–90 yılı ortalamasına göre ekim alanı 92 bin hektara, üretim ise 204 bin tona ulaşmıştır. Destek kapsamından çıkarıldıktan sonraki yıllarda soya ekim alanı ve üretiminin düştüğü görülmektedir. Soya ekim alanı, üretim ve verimi, 1996 yılında sırasıyla 20.5 bin hektar, 50 bin ton ve dekara 243.9 kg a düşmüştür (Turan ve Göksoy 1998).

FAO (Dünya Tarım ve Gıda Örgütü)' nun verilerine göre ise Ülkemizde, 2004 yılında, ekim alanı 14 bin hektar, üretim miktarı 50 bin ton ve ortalama verim, dekara 357 kg olmuştur. Yurt dışından ithal ettiğimiz soya ve soya ürünlerinin tane olarak karşılığı yıllık yaklaşık 1.5-2.0 milyon ton'dur. Kendi ürettiğimiz, yıllık 60–70 bin ton ile karşılaştırıldığında, şu andaki soya üretimimizin 25–30 katıdır. Bazı ülkeler, soyayı stratejik bir bitki olarak kabul etmiş ve üretimine büyük önem vermiştir. Örneğin,

A.B.D' nin 2004 yılı soya üretimi yaklaşık 85 milyon ton dur. Diğer bir ifadeyle, Dünya yıllık soya üretiminin % 40'ından fazlasını tek başına üretebilmektedir. Bu nedenle de, A.B.D Dünyanın en fazla soya ihracatı yapan ülkesi haline gelmiştir. Her yıl yaklaşık 7-10 milyar dolarlık soya ihraç etmektedir. Örneğin, A.B.D' nin 2003 yılı soya ihracat geliri 9.7 milyar dolar olmuştur. Brezilya ise, 2004 yılında 10 milyar dolarlık soya ihracatı gerçekleştirmiştir. Bugün, dünyada yaklaşık 90 milyon hektarlık alanda soya tarımı yapılmakta ve yıllık 200 milyon ton civarında bir üretim gerçekleşmektedir. Dünyada en fazla soya ekimi ve üretimi yapılan ülkeler sırasıyla, ABD, Brezilya, Arjantin, Çin ve Hindistan'dır (Anonim 2007).

Tohumlarında, %18–26 yağ ve %40 protein bulunan önemli yağ bitkisi soya dünyada 250–300 değişik alanda kullanılırken, Türkiye çiftçisinin bu ürüne yeterince yönelmemesi şaşırtıcı bulunmaktadır. Soya fasulyesi, dünyada 184.3 milyon tonla en fazla yağ elde edilen bitkiler arasında yer alırken, üretilen soyanın %65'inin ABD ve Brezilya tarafından üretilmesi ve yine dünyada bitkisel yağların %50'sinden fazlasının soyadan karşılanıyor olması Türkiye'nin bu ürüne özel önem vermesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de üretimde pamuk çiğidi, ayçiçeği ve yer fıstığından sonra sıralamaya girebilen soya fasulyesinden diğer ürünlerin yanında elde edilen yağ oranı %13 dolayındadır. Türkiye'nin toplam yağ üretiminin %40-45'ini tek başına ayçiçeği sağlarken, pamuğun %30, soyanın %13 ve mısırözü yağının da %5'lik pay aldığı kaydedilmektedir. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2 milyon 387 bin 925 ton olan Türkiye yağlı tohum üretimi içinde yalnızca 85 bin ton olan soya üretiminin artırılması büyük önem taşımaktadır. En çok soya üretimi yapan illerin başında 22 bin 84 ton ile Adana, 11 bin 598 ton ile Samsun ve 10 bin 310 ton ile Osmaniye gelirken, Türkiye'de yağ açığının mevcut sanayiden değil hammadde yetersizliğinden kaynaklandığı ve bu açığın kapatılması için soyanın çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir (Anonim 2006).

Sulama suyu kısıtlanırsa, bitkiler tarafından toprak suyu alımı, su tüketiminden daha az olur ve topraktaki nem, kritik toprak su içeriğinin altına düştüğünde bitkiler strese girmeye başlar (Rosadi ve ark. 2005). Günümüzde, tarımsal üretimin artırılmasında, toprak ve su kaynaklarının, optimum kullanıma olanak sağlayacak

biçimde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yönden yapılacak çalışmalar arasında sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran, tarımsal üretimde kararlılığı ve ekonomi ile sosyal düzenin dengede tutulmasını sağlayan çok yönlü bir uygulamadır (Korukçu 1992).

Su, bitkisel üretimin temelini oluşturur. Yüksek nitelikli ürün elde etmek için elverişli suyun en etkin şekilde kullanılması gerekir. Bu amaca, farklı gelişme koşullarında (doğal yağışlar veya sulama) suyun bitki gelişimi ve verimine ne derece etki ettiğinin iyi bir biçimde bilinmesiyle ulaşılabilir. Ancak, bitkisel üretimin üst sınırını, iklim etmenleri ile bitkinin genetik yapısı oluşturur. Bu sınıra ancak, su kaynaklarının mühendislik özelliklerini, bitkinin biyolojik su gereksinimine göre düzenlemekle ulaşılabilir. Optimum bitki gelişimi ve yüksek verim, gereksinim duyulan suyun zamanında ve yeterli miktarda karşılanmasıyla elde edilebilir (Doorenbos ve Kassam 1979).

Sulama ile bitkisel üretimde istenilen düzeye ulaşabilmek, iyi bir zaman planlaması ile gerçekleştirilebilir. Sulama zamanı planlaması ise, su uygulama süresi, her sulamada uygulanacak su miktarı ve sulama aralığının belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Sulama zamanının planlanması, bitki su gereksinimi, sulamada kullanılacak su kaynağının yeterliliği ve kök bölgesindeki toprağın su tutma kapasitesi gibi başlıca üç temel etmen ile belirlenmektedir (Hiler ve ark. 1971, Israelsen ve Hansen 1967).

Sulama gereksiniminin kısmi olarak sağlanması, kısıntılı sulama olarak adlandırılan bir uygulamadır. Su, enerji ve diğer üretim girdilerinin miktarı, bitkilerin sulanması için daha az kullanıldığında verimde azalmalar görülür. Kısıntılı sulama, yüksek üretim masrafları nedeniyle azalan gelirlerden daha hızlı düşen üretim masrafları oluştuğunda ekonomik olarak geçerli olur. Kısıntılı sulama, su kaynağı ya da sulama sistemi için su yetersiz olduğu durumlarda da uygulanabilir. Böyle durumlarda sulama düzeyi, sulamanın faydalarını maksimize etmek amacıyla, sulanacak arazi büyüklüğü ve bitki ile birlikte ele alınmalıdır. Ayrıca, kısıntılı sulama, gelişme döneminin bir ya da birkaç dönemini temel alan bitki stresine izin vermayla başarıya ulaşabilmektedir (James 1988).

Kısıntılı sulama tekniğinin potansiyel yararları; üretim giderlerinin azaltılması, su kullanım etkinliğinin artırılması ve su fiyatlarının düşürülmesi olarak sıralanabilir. Kısıntılı sulama düşüncesinin etkin kullanımı, sıralanan bu üç etmenin önemini iyi anlaşılmasına bağlıdır (Köksal ve ark. 2001).

Son yıllarda görülen yağışların yetersizliği ve kurak dönemlerin uzunluğu, bitkisel yetiştiricilikte sulamanın önemini daha da arttırmıştır. Sulamadan beklenen yararın sağlanabilmesi; iklim, toprak ve bitki koşullarına uygun yöntemin seçilmesi, sistemin iyi planlanması, sulama aralığının ve her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarının doğrulukla belirlenmesine bağlıdır (Yazgan ve ark. 2003).

Söz konusu iklim koşullarında sulama suyu ve pahalı su kaynaklarına olan talep arttıkça, verim ile sulama suyu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ve optimum sulama işletmeciliğini belirlemede kullanılan su-üretim fonksiyonlarına gereksinim de artmaktadır (Russo ve Bakker 1987). Su-üretim fonksiyonu, toprak, bitki ve iklime ilişkin etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Her bitki için, su kullanımı ile verim arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla geliştirilen su-üretim fonksiyonu belli parametreler ve belirlenen ölçütler içerisinde kestirilmeye çalışılmaktadır (Gençoğlan 1996).

Anılan fonksiyonlar, bitkilerin su gereksinimlerinin, bitki büyüme modellerinin, su kullanım randımanlarının ve sulama programlarının değerlendirilmesi ile su dağıtım işlemlerinin yapılması yanında, sulama sistemlerinin planlanmasında, işletilmesinde ve ekonomik analizlerinde de kullanılmaktadır (Howell ve Musick 1984).

Ashley (1983), soya fasulyesinin sulama suyu gereksinimlerinin genellikle diğer yazlık sıra bitkilerinin su gereksinimlerine eşit ya da daha fazla olduğunu gösteren bulgular elde etmiş ve soya fasulyesinin verimini kabul edilebilir düzeye ulaştırmak için sulamaya gereksinim duyulduğunu belirtmiştir. Toprakta nem eksikliğinin olduğu bölgelerde, sulama ile soya fasulyesi tane verimi artırılabilen (Heatherly 1983) ve gelir artışı sağlanabilmektedir (Salassi ve ark. 1984).

İnsan beslenmesinde hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarının önemi büyüktür. Ancak son yıllarda hayvansal ürünlerdeki kullanıcı çekinceleri, bitkisel protein kaynaklarına olan eğilimi arttırmıştır. Bu bağlamda zengin protein içeriğiyle soya fasulyesinin üretimi büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde ikinci ürün olarak yetiştiriciliği yapılan soya, artan bu değeriyle birinci ürün olarak yetiştirilmeye başlandığı gibi, çeşitli iklim kuşaklarında da üretim olanakları araştırılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, diğer tarımsal uygulamalarla birlikte damla sulama yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde, farklı gelişme dönemlerinde uygulanan kısıntılı sulamaların, verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerinin ortaya konulması, sulama zamanının belirlenmesi ve yetiştiriciliği son derece sınırlı alanda yapılan soya fasulyesinin yarı nemli (sub-humid) bir iklime sahip Güney Marmara Bölgesinde üretim olanaklarının araştırılmasıdır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, soya fasulyesi bitkisi ile ilgili genel bilgilere, bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarı, sulamanın soya fasulyesi verim ve verim bileşenleri üzerine etkileri, verim tepki etmeni, su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

### 2.1. Soya Fasulyesi Bitkisi

Soya bitkisi genelde kısa gün bitkisidir. Bitki, doğrudan gün uzunluğuna bağlı olarak vejetatif dönemden çiçeklenme dönemine geçişini sağlar. Soya çeşitlerinin çoğunda, gün uzunluğu kısalmaya başladıktan hemen sonra çiçeklenme başlar. Kısa gün çeşitlerinde, gün uzunluğunun artması çiçeklenmenin gecikmesine ve daha uzun boylu, daha çok boğumlu bitkilerin oluşmasına neden olur. Çiçeklenme karanlık süresinin uzunluğuna bağlı olduğu için, bu süre istenenin en azına düştüğünde çiçeklenme başlar. Bundan yararlanılarak erkenci ve geççi çeşitler seçilir. Gün uzunluğu, yalnız 12 saat olduğu zaman, çimlenmeden itibaren 30 gün içinde çiçeklenme başlar. Çimlenme ile çiçeklenme dönemi arasının 45-60 gün olması normaldir. Vejetatif sürenin kısalması, bitki boyunun ve verimin azalmasına neden olur (Scott ve Aldrich 1970).

Araştırmacılar genellikle, soya bitkisinin gelişme dönemlerini; çimlenme (10 gün), vejetatif gelişme (30-40 gün), çiçeklenme (25-35 gün), ürün oluşumu (30-40 gün) ve hasat dönemi (10-15 gün) şeklinde sınıflandırmışlardır. Bu dönemlerin belirlenmesi toprak-su dengesi yönünden gerekli görülmektedir (Scott ve Aldrich 1970, Sionit ve Kramer 1977). Doorenbos ve Kassam (1979), soya fasulyesi toplam gelişme dönemi uzunluğunun yöre ve ekim zamanına bağlı olarak değişmekle birlikte ortalama 100-130 gün olduğunu belirterek, gelişme dönemlerini dört dönemden oluşacak şekilde; çimlenme ve çıkış (10 gün), vejetatif gelişme (30-40 gün), çiçeklenme (25-30 gün), ürün oluşumu (30-40 gün), (a) bakla gelişimi, (b) bakla dolumu (tam bakla tutumu), olgunlaşma (10-15 gün) olarak sınıflandırmışlardır.

Soya bitkisinin kökleri genellikle, toprak yüzeyinden başlayarak ilk 80 cm' de bazen de ilk 30 cm' de yoğunlaşmasına karşın, normal koşullarda suyun %100'ü ilk 60–130 cm' lik toprak katmanından alınır (Doorenbos ve Kassam 1979).

Soya fasulyesinin iklim istekleri, mısırın iklim isteklerine çok benzemektedir. Bununla birlikte, Ekvator'dan İsveç'e kadar kuzeye çıkan enlem derecelerine uyum sağlayabilen çeşitler ıslah edilmiştir. Ancak, kuzey ülkelerinde yetiştirme mevsiminin kısa olması nedeniyle, kuzey çeşitlerinin erkenci olması gerekmektedir. Soyada, büyüme olayları için en düşük sıcaklığın yaklaşık 10 °C olduğu ve 35 °C'nin üstünde yüksek sıcaklıkların bitki büyümesini azalttığı görülmüştür. Bu nedenle, 25–30 °C'lik sıcaklıklar bitkinin çiçeklenmesi ve olgunlaşması yönünden optimumdur. Yağış ve su isteği ise fazla değildir. Soya fasulyesi, kumlu topraklar hariç, iyi drene edilmiş çok sayıda toprak bünyesinde yetiştirilebilmektedir. Diğer yandan, ağır bünyeli (killi) topraklarda, ekim ve çıkışta bazı problemlerle karşılaşılrsa da, diğer bitkilerle karşılaştırıldığında, bu tip topraklara soya daha yatkındır ve uyum sağlayabilmektedir. Soya yetiştiriciliği için en ideal topraklar orta bünyeli topraklardır. Yeterli besin maddesi sağlandığı koşulda, soya yüksek derecede organik madde içeren topraklarda dahi yetiştirilebilmektedir. İyi bir nodozite oluşumu ve bitki gelişimi için toprak pH'ının 6.0–6.8 olması gerekmektedir. Kuru veya aşırı nemli topraklar, çimlenme ve gelişme üzerine olumsuz etkide bulunurlar (Turan ve Göksoy 1998). Ülkemizde yapılan bir çalışmada Tülücü ve ark. (1991), soyanın etkili bitki kök derinliğini 90 cm olarak belirlemişlerdir.

Soya, Japonya ve Çin gibi doğu Asya ülkelerinin en önemli tarımsal ürünlerinden biri olarak, yüzyıllardan beri, buradaki insanların temel besinlerini oluşturmuştur. Anavatanının doğu Asya, muhtemelen Çin olduğuna inanılan soya, insanoğlu tarafından kültüre alınan ve yetiştirilen en eski bitkilerden bir tanesidir. Çin kaynaklarında, M.Ö. 2838 yıllarında soya bitkisinin varlığından bahsedilmektedir. Bugün tarımı yapılan soya bitkisinin yabani formlarına, Çin ve Kore'de rastlanmaktadır. Yine, Çin kaynaklarında, soya bitkisinin, Çin medeniyetinde önemli görülen ve kutsal sayılan beş önemli bitkiden (çeltik, soya, buğday, arpa ve darı) biri olduğu, soya ekimlerinin her yıl Çin kralının da katıldığı görkemli törenlerle yapıldığı belirtilmektedir (Babaoğlu 2005).

Soya fasulyesi çeşitleri, 13 ayrı olgunluk grubuna ayrılmaktadır. Dünyanın kuzey bölgelerinde, “000”, “00” ve “0” grubundaki soya çeşitleri uyum sağlarken, kuzeyden güneye gidildikçe, “I”, “II” ve “III” gruptaki çeşitlerin daha iyi uyum sağladıkları görülmektedir. Daha da aşağılarda, “IV”, “V” ve “VI” gruptaki çeşitler ve sonuçta ekvator bölgesinde ise, “VII”, “VIII”, “IX” ve “X” gruba dahil soya çeşitleri en iyi uyumu sağlamaktadırlar. Ülkemiz açısından ise, Trakya bölgesinden başlayarak Çukurova bölgesine kadar uzanan alanlar için, “0” grubu ile “V” grup arasındaki olgunluk grubuna dahil çeşitler rahatlıkla yetiştirilebilmektedir. Soya bitkisi, tanesindeki ortalama % 18-20 yağ, % 40 protein, % 30 karbonhidrat, % 5 mineral madde (fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt, magnezyum, vb.) ve çok sayıdaki vitaminlerle (en çok A ve B), ayrıca proteinin yapısında zengin ve değerli amino asitler bulundurması nedeniyle, "harika bitki" olarak da anılmaktadır. Ayrıca, omega-3 yağ asidi olarak da bilinen linolenik asit yönünden oldukça zengindir. Omega-3 yağ asidi, vücut tarafından yapılamamakta ve dışarıdan alınmak zorundadır. Kalp rahatsızlıkları, kandaki kolesterol dengesinin düzenlenmesi ve kemik erimesine (osteoporoz) karşı mutlak surette alınması zorunlu olan Omega-3 (linolenik) yağ asidi miktarı, soyada % 5-11 arasında değişmektedir (Babaoğlu 2005). Soya fasulyesinin 100 g'ında bulunan besin değeri ile özel mineral ve vitaminler Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Soya fasulyesi gelişimi iki ayrı safhada tanımlanmaktadır. İlki çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan vejetatif gelişme dönemlerini (V) kapsamaktadır. İkincisi çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar olan ürün oluşum dönemleridir (R). Bitki dönemleri yaprak, çiçek, bakla ve tane gelişimlerinin sınıflandırılması ile belirlenmektedir. Ayrıca, dönemlere ayırma boğumun tanımlanmasını gerektirmektedir. Bir boğum bir yaprağın bağlı olduğu gövde bölümüdür. Vejetatif dönemler; çıkış (VE), kotiledon (C), ilk boğum (V<sub>1</sub>), n. boğum (V<sub>n</sub>) dönemleridir. Ürün oluşum dönemleri ise, çiçeklenme başlangıcı (R1), tam çiçeklenme (R2), bakla başlangıcı (R3), tam bakla (R4), tane başlangıcı (R5), tam tane (R6), olgunlaşma başlangıcı (R7) ve tam olgunluk (R8) dönemlerini kapsamaktadır (Anonim 2005b).

Çizelge 2.1. Soya fasulyesinin 100 g'ında bulunan besin değeri ile özel mineral ve vitaminler

Özel Mineral ve Vitaminler	Besin Değerleri	Özel Mineral ve Vitaminler	Besin Değerleri
Su	8.59 g	Potasyum	1797 mg
Enerji (kcal)	416 kcal	Sodyum	2.0 mg
Protein	36.5 g	Çinko	4.9 mg
Toplam yağ	19.9 g	Bakır	1.7 mg
Doymuş yağ asitleri	2.9 g	Manganez	2.52 mg
Mono-doymamış yağ asitleri	4.4 g	Selenyum	17.8 µg
Poli-doymamış yağ asitleri	11.3 g	C Vitamini (askorbik asit)	6.0 mg
Karbonhidrat	30.2 g	Thiamin (B1 Vitamini)	0.874 mg
Lif	9.3 g	Riboflavin (B2 Vitamini)	0.87 mg
Kül	4.9 g	Niacin (B3 Vitamini)	1.62 mg
İzoflavonlar	200 mg	Pantothenic asit (B5 Vitamini)	0.79 mg
Kalsiyum	277 mg	B6 Vitamini	0.38 mg
Demir	15.7 mg	Folikasit	375 µg
Magnezyum	280 mg	A Vitamini	2.0 µg
Fosfor	704 mg	E Vitamini	1.95 mg

Kaynak: USDA (ABD Tarım Bakanlığı) Ulusal Besin Veritabanı

'Mucize bitki' olarak bilinen soya, hem insan ve hayvan beslenmesinde, hem de sanayide son derece önemlidir. Soya baklagiller familyasından, dikine boylanabilen, yetiştirme şartlarına bağlı olarak uzunluğu 1–1.5 m arasında değişebilen, çok dallı, az çok sarılıcı otsu, kazık köklü yazlık bir baklagil bitkisidir. Yapısındaki yağ oranı yüksekliği sebebiyle soya tarımsal ürünlerin sınıflandırılması sırasında yağlı tohumlu bitkiler içerisinde gösterilmektedir. Bitki yeşil renkli, oval biçimli ve sivri uçlu üç yaprakçıktan oluşur. Tamamı ince tüylü olan bitkinin çiçekleri, menekşe ve sarı renklidir. Büyüklükleri gelişme şartlarına ve çeşide bağlı olarak değişen farklılık gösteren soya fasulyesi tohumları sarı renkli veya hafif esmer olup küresel bir şekle sahiptir. Az olmakla birlikte siyah, kahverengi ve yeşil renkte olan soya fasulyeleri de bulunmakta olup, tohumların bir yanında kara bir leke bulunmaktadır. Soya köklerinde toprağın serbest azotunu bağlayabilen *Rhizobium Japonicum* adı verilen özel bir bakterinin bulunması sebebiyle hem kendi besin ihtiyacını karşılamakta hem de toprağı bir sonraki ürün ekimi için hazır hale getirerek tarımsal açıdan büyük fayda sağlamaktadır. Çevre kirliliğinin arttığı günümüzde önemi daha da artan soya toprak yapısını iyileştirmektedir (Öner 2006).

Soya fasulyesinin ekim zamanı toprak sıcaklığının 8–10 °C' ye ulaştığı zamandır. Ana ürün soya fasulyesi çoğunlukla bütün bölgelerde nisan ayının ortalarından itibaren en kısa zamanda ekilmelidir. İkinci ürün soya fasulyesi ekimi ise en geç Temmuz ayının ilk haftasına kadar yapılmış olmalıdır (Tuğay 2007).

## **2.2. Soya Fasulyesi Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Miktarı**

Soya bitkisi, diğer bazı bitkilerle karşılaştırıldığı zaman, daha fazla suya gereksinim duymaktadır. Soya, yoncadan sonra 1 kg kuru madde üretimi için en çok su tüketen bitkidir. Soya fasulyesinin en yüksek ürün vermesi için, mevsimlik toplam su gereksiniminin, iklim ve yetiştirme süresine bağlı olarak 350 ile 750 mm arasında olabileceği bildirilmektedir (Scott ve Aldrich 1970).

Doorenbos ve Kassam (1979), maksimum verim için, iklim ve büyüme mevsimi uzunluğuna bağlı olarak soya fasulyesinin toplam su gereksiniminin 450-700 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar soyanın çimlenebilmesi için toprakta faydalı suyun %50–85, sulama programı için orta dereceli su tüketim koşullarında %45'inin bulunması gerektiğini belirterek, çiçeklenme ve ürün oluşum döneminin su eksikliğine karşı en duyarlı dönemler olduğunu açıklamışlardır.

Soya fasulyesinin su tüketimi bitki çeşidi, toprak, iklim ve uygulanan sulama programına bağlı olarak değişmektedir. Soya bitkisinin su tüketimi ile ilgili çok sayıda araştırma sonucunu özetleyen Kanamasu (1979), optimum verim için mevsimlik su tüketimi değerinin 380–730 mm arasında değiştiğini, ancak bu sınırların 400–500 mm arasında yoğunlaşarak en yüksek günlük su tüketimi değerinin 8–9 mm olduğunu belirtmiştir.

Boyer ve ark. (1980), soya verimindeki azalmanın doğrudan toprak su içeriğinin yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmektedirler. Bununla birlikte, su eksikliği aşırı terlemeden mi (transpirasyon), yoksa bu koşulda meydana gelen bitki metabolizmasındaki dalgalanmalardan mı olduğunu kesin olarak bilinmediğini, ancak ikinci yaklaşımın doğru olacağını vurgulamışlardır. Yaprakların gün ortasında yaygın

olarak solduğu, fotosentetik faaliyetin yavaşladığı ve buna kök sisteminin su alma direncinin de etkili olduğu kaydedilmektedir.

Soya fasulyesi tohumunun çimlenmesi sırasında uygun toprak nemi koşulunun sağlanmasının kritik bir öneminin olduğu, çimlenme olayı başlamadan önce tohum ağırlığının %50'si kadar su alacağı bildirilmekte ve çimlenme döneminde toprak su içeriğinin %50 ile %85 arasında olması gerektiği vurgulanmaktadır (Constable ve Hearn 1980)

Korukçu ve Evsahibioğlu (1981), soya fasulyesinde en yüksek verim için mevsimlik su gereksiniminin, iklim ve gelişme dönemi uzunluğuna bağlı olarak 450-700 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Ashley (1983), soya fasulyesinde sulama suyu gereksiniminin en yüksek olduğu dönemin, bakla başlangıcı ve tane oluşumu (R3-R5) gelişme dönemleriyle bağlantılı olarak Temmuz-Ağustos ayları olduğunu belirlemiştir.

Hobbs ve Muendel (1983), soyanın mevsimlik su tüketimini belirlemeye yönelik olarak yürüttükleri tarla çalışmalarında, 426-482 mm arasında değiştiğini, su tüketiminin Temmuz sonu ile Ağustos ayı başlarında en yüksek değere (7 mm/gün) ulaştığını belirlemişlerdir.

Cox ve Jolliff (1986), soya fasulyesi bitkisinin uzun süren kuraklığa dayanım gösteremediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Soya fasulyesi bitki su tüketiminin kısıntılı sulama ve susuz koşullarda, tam sulama konusunda elde edilen su tüketiminden, sırasıyla %17 ve %68 daha az olduğunu bulmuşlardır.

Derviş ve özel (1987), 1981-1983 yılları arasında, Çukurova koşullarında buğdaydan sonra ikinci ürün olarak ekimi yapılan soya fasulyesi üzerinde yürüttükleri çalışmada, en yüksek verimi 0-90 cm derinlikte kullanılabilir su tutma kapasitesinin %45'e düştüğünde sulanan konuda elde etmişlerdir. Ekimden önce, toprakta ki mevcut nem, 115 mm su uygulanarak tarla kapasitesi değerine ulaştırılmıştır. Beş defa sulama

yapılmış ve her sulamada 79–80 mm sulama suyu uygulanmıştır. İlk sulama, soya ekildikten 19 gün sonra ve izleyen sulamalarda 11'er gün aralıklarla uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi değeri 501 mm ve bitki katsayı ( $k_c$ ) ise 0.72 olarak bulunmuştur.

Çelik (1989), Tokat-Kozova koşullarında ağır bünyeli topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinin mevsimlik sulama suyu gereksiniminin 823.8 mm, su tüketiminin 1049.2 mm, günlük en yüksek su tüketiminin 11.6 mm olduğunu belirlemiştir. Çimlenme ile ilk baklaların sararma dönemleri arasında 0–90 cm toprak derinliğindeki elverişli nem %40'a düştüğünde 7 kez sulama yapılmasını önermiştir. Ayrıca, ortalama bitki katsayısını ( $k_c$ ) 1.38 olarak belirlemiştir.

Bayrak (1989), Bafra Ovası koşullarında yetiştirilen soyanın ekimden yaklaşık iki ay sonra sulamaya başlanması ve 16 gün aralıklar ile 3 kez sulanması, her sulamada 130–140 mm su verilmesi gerektiğini, ayrıca soya fasulyesinin mevsimlik su tüketiminin 762.2 mm olduğunu belirlemiştir.

Yazar ve ark. (1990), Çukurova koşullarında, II. ürün soya fasulyesinde su-verim ilişkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmada, tane verimi ile mevsimlik su tüketimi arasında istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli doğrusal bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Güler (1990), Amik ovasında, 1985–1986 yıllarında soya fasulyesinin su-verim ilişkileri üzerine yürüttüğü çalışmada, tüm gelişme dönemi boyunca su eksikliğinin olmadığı konuda (tam sulama konusu), iki yılın ortalaması olarak, 5 sulama uygulaması ile 394 mm sulama suyu uygulamış ve mevsimlik bitki su tüketimini 396 mm olarak belirlemiştir. En yüksek aylık su tüketimi ise, 185.5 mm ile Ağustos ayında meydana gelmiştir. Bitki katsayısı ( $k_c$ ), en yüksek değerde 0.86 olarak Ağustos ayında bulunmuştur. En yüksek verim 332 kg/da ile tam sulama yapılan konuda, en düşük verim ise susuz konuda 54 kg/da olarak elde edilmiştir. Sulama uygulaması ile tane protein miktarında artış, yağ oranında düşme görülmüştür.

Harran Ovası koşullarında, II. Ürün soya fasulyesi sulamasında, farklı sulama aralıklarında ve farklı buharlaşma kabı katsayılarında, göllendirmeli karık sulama yöntemiyle yapılan bir araştırmada, sulama suyu miktarı ilk yıl 478.2–1055.8 mm arasında, ikinci yıl 453.0 – 805.0 mm arasında bulunmuş ve en yüksek tane veriminin (ilk yıl 285 kg/da ve ikinci yıl 242.7 kg/da) her iki yılda 7 günde bir sulanan ve kap katsayısının 1.2 kullanıldığı konuda gerçekleştiği belirlenmiştir (Yazar ve ark. 1991).

Özkara (1991), 1987–1989 yılları arasında, İzmir-Menemen koşullarında orta bünyeli topraklarda yetiştirilen ikinci ürün soya fasulyesinin sulama zamanının belirlenmesi amacıyla tarla denemeleri yürütmüştür. Sulama konuları, soyanın gelişme dönemleri ile topraktaki elverişli nemin farklı düzeyleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Konulara göre, 0–90 cm toprak derinliğinde elverişli nem %20 ve %40'a düştüğünde ve çiçeklenme başlangıcı, bakla oluşumu ve bakla dolumu tamamlandığında, 0–90 cm toprak derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek ortalama verim (286.3 kg/da), sulama mevsimi boyunca 0–90 cm toprak derinliğindeki elverişli nemin %60'ı tüketildiğinde sulama yapılan konuda elde edilmiştir. Bu konuda, mevsimlik ortalama sulama suyu gereksinimi 334.2 mm, su tüketimi 444.9 mm ve ortalama mevsimlik bitki katsayısı ( $k_c$ ) 0.54 olarak bulunmuştur.

Evett ve ark. (2000), 1996 ve 1998 yıllarında, Bushland-Texas koşullarında killi-tınlı topraklarda damla sulama yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde kısıntılı sulamanın verim ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini belirlemek üzere tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Tam sulama konusu (S1), 7 günde bir 1.5 m toprak derinliğindeki mevcut nemin tarla kapasitesine ulaştırılması olarak planlanmıştır. Kısıntılı sulama konuları ise tam sulama konusunda uygulanan sulama suyunun %67 (S2) ve %33'ü (S3) olarak tasarlanmıştır. Denemenin ilk yılında, tam sulama konusu, S2 ve S3 konuları için sırasıyla 671, 586 ve 450 mm sulama suyu uygulanırken, ikinci yılda, sırasıyla 570, 477 ve 371 mm sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise, denemenin ilk yılında deneme konularına göre sırasıyla 1092, 1024 ve 910 mm, ikinci yılda sırasıyla 718, 686 ve 589 mm olarak belirlenmiştir.



Karam ve ark (2005), 2000 ve 2001 yıllarında, yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, kısıtlı sulamanın soya fasulyesi su kullanımı ve üretimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Dikimden hasada kadar 139 günlük ortalama gelişme dönemi için lizimetreler kullanarak ölçülen bitki su tüketiminin ( $ET_c$ ) iki yıllık ortalama değerini 762.5 mm olarak hesaplamışlardır. İlk yıl drenaj ve ikinci yıl tartılı lizimetre kullanarak, soya fasulyesi için ortalama günlük bitki su tüketimlerini ise 5.5 mm/gün olarak bulmuşlardır. Vejetatif gelişme döneminde (ekimden, V10 dönemine 68 gün için) birikimli su tüketimini ortalama 4.3 mm/gün'lük değerle 294 mm, ürün oluşum dönemlerinde ise tam çiçeklenmeden bakla başlangıcına (R2 – R3 döneminde, ekimden sonra 68 ile 89. gün arası için) kadar birikimli su tüketimini ortalama 8.0 mm/gün'lük değerle 170 mm ve tam bakladan tam olgunlaşmaya (R4 – R8 döneminde, ekimden sonra 89 ile 139. gün arası için) kadar ortalama 5.9 mm/gün'lük değerle 299 mm olarak belirlemişlerdir. Her iki yılda, lizimetre de yetiştirilen bitkilerin mevsimlik su tüketimleri, ilk yıl 720 mm ve ikinci yıl 652 mm olan tam sulanan konunun su tüketimlerinden % 10 fazla olmuştur.

Karam ve ark. (2005), soya fasulyesi bitki su tüketimi değerlerinin, ( $ET_c$ ) temel olarak dört boğumlu vejetatif dönemden (V4) önce düşük olduğunu bulmuşlardır. V4 döneminden sonra, tam örtme oluşana kadar yaprak alan indeksindeki (YAI) artıştan dolayı  $ET_c$  deki artış belirginleşmiştir. Bakla başlangıcı döneminde (R3) meydana gelen tam örtmeden sonra, soya fasulyesi, her iki yılda, R3 döneminden R5 dönemine (tane büyüme dönemi) kadar, hemen hemen eşit ve en yüksek değerlerde su tüketmiştir. Bu dönem esnasında,  $ET_c$  her iki yılda, birkaç gün için 9 mm/gün'lük değerlere ulaşmıştır. Her sulamadan sonra  $ET_c$  değerleri artmış, fakat toprak tamamıyla gölgelenmediğinden dolayı, bu artışlar bakla başlangıcı döneminde olduğu kadar büyük olmamıştır. En yüksek YAI, R3 döneminden sonra meydana gelmiştir ( $YAI = 8.5 \text{ m}^2/ \text{m}^2$ ). Tane oluşumu sonundan tane olgunlaşma evresi başlangıcına (R7) kadar günlük  $ET_c$  değerleri %20 oranında azalırken, olgunlaşma evresi (R8) sonunda %80 oranında azalmıştır.

Karam ve ark. (2005), 2000 ve 2001 yıllarında, yarı-kurak iklim koşulunda yürüttükleri çalışmada, ilk yıl soya fasulyesi için, 140 günlük gelişme dönemi boyunca toplam sulama suyu miktarını tam sulanan konuda 889.7 mm, tam çiçeklenme

döneminde sulama yapılmayan konuda 741.3 mm (%16.7 oranında azalma), tane başlangıcı (oluşumu) döneminde sulama yapılmayan konuda 783.0 mm (%12.0 azalma) ve olgunlaşma başlangıcı döneminde sulama yapılmayan konuda 801.4 mm (%10.0 azalma) olarak belirlemiştirlerdir. İkinci yıl ise, 138 günlük gelişme dönemi ve aynı deneme konuları için, toplam sulama suyu miktarını sırasıyla 738.4, 647.1 (%12.3 oranında azalma), 656.2 (%11.2 azalma) ve 647.1 mm (%12.3 azalma) olarak bulmuşlardır.

### **2.3. Sulamanın Soya Fasulyesi Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkileri**

Toprak su içeriğindeki artış, kuru madde miktarı azalışı ile bağlantılıdır (Lopez ve ark. 1996a,b). Su stresi, meydana geldiği zamana bağlı olarak, verim bileşenleri üzerine farklı şekilde etki eder. Çiçeklenme başlangıcı sırasında meydana gelen stres bitki başına bakla sayısını azaltır. Stres, çiçeklenme başlangıcından sonra ve çiçeklenme döneminde oluştuğunda, bitki başına bakla ve tane büyüklüğü azalabilir. Stres, geç çiçeklenme ve bakla dolun dönemlerinde meydana geldiğinde ise, tane büyüklüğü azalır (Oya ve ark. 2004). Sonuç olarak, soya fasulyesi tane verim ve verim bileşenleri, sulama suyu kısıtlandığında önemli ölçüde azalır. Sulama, suyun kısıtlı olduğu bölgelerde, soya fasulyesi tane verimini önemli ölçüde arttırabilir (Korte ve ark. 1983, Kadhem ve ark. 1985, Scott ve ark. 1987, Karam ve ark. 2005). Kısıtlı sulama, su kaynaklarının sınırlı olduğu kurak, yarı-kurak ya da yarı-nemli bölgelerde bir zorunluluktur.

Gelişme dönemleri boyunca, su uygulamalarının soya fasulyesi tane verimi üzerine etkileri incelendiğinde, ürün oluşum dönemlerinin su kısıntılarına vejetatif gelişme dönemlerinden daha duyarlı olduğu görülmüştür (Matson 1964, Brady ve ark. 1974, Ashley ve Ethridge 1978). Shaw ve Lang (1966) su stresinin soya fasulyesi gelişimi üzerine etkilerinin, çiçeklenme ve bakla oluşum dönemlerinde en az düzeyde olduğunu, fakat tam bakla ve tane oluşum dönemlerinde en yüksek düzeye çıktığını belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, su stresinin soya fasulyesi üzerine etkilerindeki bu fenolojik farklılığın, verim bileşenleri değerlerindeki değişimlerle ilişkili olduğunu kaydetmişlerdir. Ayrıca, sırasıyla çiçeklenme, bakla gelişim ve tane oluşum

dönemlerinde su stresi uygulandığında, tam sulama konusuna göre tane ağırlığı, baklada tane sayısı ve bitkide bakla sayısında en büyük düzeyde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Çiçeklenme döneminde su stresi uygulandığında, bitkide bakla sayısında meydana gelen azalma, stres durumu ortadan kalktıktan sonra, baklada tane sayısı ve tane ağırlığında ki artışla tane verimindeki düşmenin azalması suretiyle telafi edilmiştir. Benzer sonuçlar, bakla gelişimi ve tane oluşumu sırasında su kısıntılarının tane verimini önemli düzeyde azaltırken, çiçeklenme dönemindeki kısıntının tane verimi üzerine az etkiye sahip olduğunu gösteren diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Brady ve ark. 1974, Momen ve ark. 1979, Huck ve ark. 1983, Cox ve Jolliff 1986, Foroud ve ark. 1993). Diğer yandan, daha önceki birkaç çalışmada araştırmacılar, çiçeklenme dönemi sırasında su uygulamasının ileri ürün oluşum dönemlerinde olduğu kadar önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir (Runge ve Odell 1960, Thomson 1970, Ashley ve Ethridge 1978).

Shaw ve Laing (1966), Doss ve ark. (1974), Woods ve Swearingen (1977), Sionet ve Kramer (1977) ve Ashley ve Ethridge (1978), yürüttükleri çalışmalarda su kısıntısının soya fasulyesi verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Korte ve ark. (1983), Huck ve ark. (1983) ve Foroud ve ark. (1993), bakla oluşumu (R3) ve tane oluşumu (R5) dönemlerinde su kısıntısının soya fasulyesi tane verimi üzerine etkilerinin önemli olduğunu, fakat tam çiçeklenme (R2) döneminde ise daha az etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Brown ve ark. (1985), hem R2 hem de R3 dönemlerinde soya fasulyesinde önemli ölçüde verim azalışına neden olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, bu araştırmacılar çiçeklenme dönemindeki su stresinin, bakla oluşum dönemindeki verim kayıplarından daha büyük verim kayıplarıyla sonuçlandığını belirtmişlerdir. Ürün oluşumu ilk dönemlerinde kuraklık stresinin meydana gelmesi, çiçek ve bakla dökülmesini artırabilir ve böylece tane sayısında azalma ve tane ağırlığında artma meydana gelebilir (Korte ve ark. 1983). Momen ve ark. (1979) ve Cox ve Jolliff (1986), soya fasulyesi bakla dolum döneminin (R6) su stresine en duyarlı dönem olduğunu ortaya koymuşlardır.

Puech ve ark. (1977)' na göre, sulama ayçiçeğinde yağ oranını arttırırken soya fasulyesinde de protein oranını arttırmaktadır. Korukçu ve Evsahibioğlu (1981)

tarafından, sulamanın tohumun yağ ve protein oranı üstündeki etkisinin önemsiz olduğu, ancak yeterli sulama koşullarında protein oranında az miktarda bir artış, yağ oranında ise yine az miktarda bir azalma olduğu belirtilmektedir.

Sionit ve Kramer (1977), iki çeşit soya fasulyesi üzerinde, farklı gelişme dönemlerinde kısıntılı sulamanın etkilerini incelemişlerdir. Buna göre, çiçeklenme başında yetersiz suya karşı çok etkilendiklerini ve daha az çiçek, bakla ve tane meydana geldiğini belirlemişlerdir. Özellikle hasatta tane ağırlığının azalmasına, bakla bağlama ve olgunlaşma dönemindeki su eksikliğinin neden olduğunu görmüşlerdir. Yine bu araştırmacılara göre, farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su eksikliği yağ ve protein miktarına etki yapmamıştır.

Soya fasulyesi gelişme dönemlerinin tümünde uygulanan su stresi verimi azaltabilmektedir, fakat verimdeki düşüşün boyutu gelişme dönemlerine bağlıdır. Kuraklık stresinin olumsuz etkileri özellikle çiçeklenme, tane oluşumu ve tane dolumu dönemlerinde meydana gelmektedir (Doss ve ark. 1974, Sionit ve Kramer 1977). Tane dolum dönemindeki su stresi tane büyüklüğünün azalması ile verim düşüşüne sebep olmaktadır (Ashley and Ethridge 1978). Tane büyüklüğündeki azalmalar, tane dolum döneminin daha kısa olması ve olgunlaşmanın daha erken başlamasına bağlanmaktadır (Ashley ve Ethridge 1978, Meckel ve ark. 1984)

Su stresi, çok sayıda koşulda ürün verimini etkileyen önemli bir belirleme faktörüdür. Yüksek soya fasulyesi veriminin, temel olarak kritik gelişme dönemleri sırasında toprak su içeriğine bağlı olduğu belirtilmektedir (Doss ve Thurlow 1974, Ashley ve Ethridge 1978, Korte ve ark. 1983).

Ashley ve Ethridge (1978), çiçeklenme döneminde uygulanan sulamaların verim üzerine etkisinin, vejetatif dönemde yapılan sulamalara oranla daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Vejetatif dönemde topraktaki aşırı su eksikliğinin bitki boyunun çok sınırlı kalmasına sebep olacağını ve sonuçta verimde azalmalara yol açacağını belirtmişlerdir. Constable ve Hearn (1980), sulamaların çiçeklenme ve tane bağlama dönemlerinde daha sık yapılmasını önermişlerdir.

Momen ve ark. (1979)' na göre, sınırlı miktarda toprak nemi tarla bitkileri verimini, bitki boyunu, yaprak alanını ve kuru madde miktarını azaltmaktadır. Bitkide, su stresinin etkileri karmaşık bir olay olup bitkinin gelişme dönemlerine çok bağlıdır. Araştırmacılar, dört farklı toprak nem düzeyi ile yaptıkları çalışmada bitkilerin her dönemde etkilendiklerini, ancak bunların etkilerinin sınırlarını belirlemenin çok güç olduğunu belirtmektedirler.

Soyanın farklı gelişme dönemlerinde, su stresi süresinin ve derecesinin verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmaların çoğunda, bakla oluşumu ve tane dolumu dönemlerinin su stresine en duyarlı dönemler olduğu belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam 1979, Meckel ve ark. 1984, Kadhem ve ark. 1985, Mederski ve ark. 1973). Boyer ve ark. (1980), tane bağlama ve dolumu sırasındaki stresin, tanelerin daha küçük olmasına ve dolayısıyla verimin azalmasına neden olacağını belirtmişlerdir.

Korukçu ve Evsahibioğlu (1981), çimlenme sırasında topraktaki nem düzeyinin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50-85'i kadar olması gerektiğini belirtmişlerdir. Vejetatif dönemde oluşacak su stresi ya da aşırı nem bitkide gelişmeyi geciktirmektedir. Su stresine en duyarlı dönemler; çiçeklenme ve tane bağlama dönemleridir. Özellikle çiçeklenme dönemi başlarındaki su stresi, aşırı çiçeklenme ve meyve dökümüne neden olmaktadır. Çiçeklenme dönemi boyunca oluşan şiddetli su stresinden sonraki sulamalarda, aynı göstergeleri ortaya çıkartmaktadırlar. Su kaynakları kısıtlı olduğunda, vejetatif ve olgunlaşma dönemleri boyunca uygulanan sulama suyu miktarının azaltılması ile sulama suyundan tasarruf sağlanabilmektedir. Su tasarrufu, çiçeklenme dönemi sonları ile tane bağlama dönemi başlarında en az düzeyde tutulmalıdır. Carlson ve ark. (1982), Iowa'da 1978 yılında, değişik olgunlaşma süresine sahip 7 çeşit soya fasulyesi üzerinde yürüttükleri tarla denemelerinde, karık sulamayla ve susuz koşulda, çeşide ve nemin azaldığı gelişme dönemine bağlı olarak tohum veriminde %20-50 oranında azalma olduğunu belirlemişlerdir.

İleri bitki gelişme dönemleri sırasında sulama, yapraklardan tanelere yüksek karbon ve azot geçiş oranından dolayı, düşük bitki gelişme hızı nedeniyle YAİ seyri üzerine etkiye sahip değildir (Zeiher ve ark. 1982, De Souza ve ark. 1997).

Heatherly (1983), Sharkley killi toprağında, 1979–1980 yıllarında yürüttüğü tarla denemisinde, soyayı çiçeklenme öncesi, çiçeklenme başlangıcı, tohum bağlama başlangıcı, tohum doldurma başlangıcında sulanmak üzere ve susuz koşullarda yetiştirmiştir. Sulama konularında verim susuz konuya göre fazla olmuştur. Ancak, tohum doldurma dönemi başlangıcında yapılan sulama ile elde edilen verim, çiçeklenme başlangıcında sulama ile elde edilen verimin yarısı kadar olmuştur. Killi topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinde, kurak yıllarda çiçeklenmeye yakın veya çiçeklenme döneminde, yağışlı yıllarda ise stresin görüldüğü her dönemde sulama yapılması önerilmiştir.

Chan (1983), toprak neminin %11'in altına düşmesi veya %26'dan fazla olması (tarla kapasitesi, %39) durumlarında çimlenme yüzdesinin azaldığını, stres nedeniyle verim azalmasının en fazla tane oluşumu döneminde meydana geldiğini bunu sırasıyla bakla bağlama ve çiçeklenme dönemlerinin izlediğini belirlemişlerdir. Vejetatif büyüme dönemindeki stresin verime etkisinin olmadığını, tane verimi ile bakla veya tane sayısı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu bulmuşlardır.

Hodges ve Heatherly (1983), su stresinin yaprak ve gövde büyümesini hızla azalttığını; çiçeklenme, tane oluşumu ve büyümesinin ve fotosentezin stresten etkilendiğini belirtmişlerdir. Çiçeklenme ve tane oluşumu dönemlerinde stresin birim alanda üretilen tane sayısını azaltması nedeniyle verimi azalttığını vurgulamışlardır. Mevsim sonlarında oluşturulan stresin ise tane büyüklüğünü azalttığını belirtmişlerdir. Sulamalara çiçeklenme döneminde başlanmasını ve taneler tam doluncaya kadar devam edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Meckel ve ark. (1984), soya fasulyesinin tane olgunlaşma döneminde toprak su içeriğinin azalmasından dolayı çok etkilendiğini ve çok duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Tane gelişme hızı ve verim etkilenmeden dolayı çok düşmüştür. Tane

olgunlaşma dönemine kadar meydana gelen toprak su içeriğinin azlığı, diğer bir ifadeyle etkilenmeler, bitki gelişme hızını %20–50 ve verimi ise %21–46 düşürmüştür. Birim alana tane verimi ise %16–50 düşmüştür. Olgunluk döneminde toprak su içeriğinin düşmesi verimde %1–11 arasında azalmalara neden olmuştur. Yetersiz toprak su içeriği bitki gelişme süresini ve tane olgunlaşma süresini kısaltmaktadır.

Griffin ve ark. (1985), Güneybatı Louisiana’da, Crowley siltli-tın bünyeli toprağa ekilen soya fasulyesinin gelişme dönemlerinde sulamanın, verime olan etkilerini belirlemek amacıyla, tarla denemesi yürütmüşlerdir. Soya fasulyesi yetiştirme mevsimi boyunca, çiçeklenme döneminde, bakla olgunlaşması döneminde ve çiçeklenme ile bakla olgunlaşması dönemlerinde, tansiyometre okumalarına göre gereksinim duyulan miktar kadar sulama suyu uygulamışlar ve susuz koşulda da soya verimini incelemişlerdir. Susuz konudan elde edilen verime göre, tüm mevsim boyunca yapılan sulama konusundan 323 kg/ha ve çiçeklenme ile bakla olgunlaşması dönemleri boyunca yapılan sulama konusundan da 168 kg/ha daha fazla verim sağlanmıştır. Gelişme dönemi boyunca sulama yapılan konuda, tane/bakla sayısı ve 100 tane ağırlığı önemli ölçüde yükselmiştir. Sonuç olarak, yüksek verim için tüm gelişme dönemi boyunca sulama yapılmasını önermişlerdir.

Ul-Huq ve Brown (1985), soyanın farklı büyüme dönemlerinde uyguladıkları 15 günlük su stresi sonucunda bakla sayısının çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane dolumu dönemleri için sırasıyla %19, 32 ve 42 oranlarında; tane ağırlıklarının da sırasıyla %32, 20 ve 35 oranlarında azaldığını belirtmişlerdir.

Cox ve Jolliff (1986), 1980 ve 1981 yıllarında, Oregon’da yürüttükleri çalışmada, kısıntılı sulamanın soya fasulyesi ve ayçiçeği bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla; tam sulama, kısıntılı sulama ve sulama yapılmayan konular olmak üzere üç deneme konusu oluşturmuşlardır. Tam sulama konusu, 0.3 m derinlikte -0.05 MPa’lık bir tansiyometre okuması gözlemlendiğinde, mevcut nemin tarla kapasitesine ulaştırılması olarak belirlenmiştir. Kısıntılı sulama konusunda ise deneme parsellerine tam sulama konusunda uygulanan sulama suyu miktarının %50’ si uygulanmıştır. Tam sulama konusunda yaprak alan indeksi (YAI), yıllara göre ortalama 7.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>’lik bir

değere ulaşırken, kısıntılı sulama ve sulama yapılmayan deneme konularında sırasıyla ortalama 5 ve 2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>'lik değerler elde edilmiştir.

Specht ve ark. (1989), 1983 ve 1984 yıllarında, Nebraska Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nde (ARDC), killi tınlı kum (SCL) bünyeye sahip topraklarda yürüttükleri çalışmada, yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan altı soya fasulyesi çeşidinin, üç sulama konusunda verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerini incelemiştir. Sulama konularını ise, tüm gelişme dönemi boyunca kök bölgesinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50–80 arasında tutulduğu konu (IS), çiçeklenme dönemine kadar sulama yapılmayan konu (FL), bakla oluşumu dönemine kadar sulama yapılmayan konu (PD) ve susuz konu (NI) olarak tasarlamışlardır. Denemenin ilk yılında, gelişme dönemi boyunca ortalama yağış 497 mm olarak hesaplanırken, ikinci yılda 545 mm olarak elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında; IS, FL ve PD konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla 240, 236 ve 246 mm olarak belirlenirken, ikinci yılda, sırasıyla 228, 257 ve 251 mm olarak hesaplanmıştır. Sulama konularına göre tane verimi değerleri ise, ilk yılda sırasıyla 4.08, 4.08, 4.04 ve 2.29 mg/ha olarak belirlenirken, ikinci yılda sırasıyla 2.02, 2.05, 2.22 ve 1.90 mg/ha olarak elde edilmiştir. Araştırmacılar, ikinci yıldaki verim düşüşünü, çimlenme ve çıkışı azaltan, ekimden sonra meydana gelen ağır sağanak yağışa ve sıcaklığın düşmesine bağlamışlardır. İlk yılda, bitki boyu deneme konularına göre 92.5–66.9 cm arasında değişirken, ikinci yılda 81.2–66.1 cm arasında ölçülmüştür. Her iki yıl için, deneme konularının 100 tane ağırlığı üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur (ilk yıl, 15.78–14.53 g ve ikinci yıl, 15.00–14.65 g olarak hesaplanmıştır).

Vearela (1998), soya fasulyesinin farklı gelişme dönemlerinde yaratılan su stresinin %20'den %40'a çıkartıldığında, kuru madde miktarının %25–34 arasında azaldığı ve verimde %18-30.3 düşüş olduğunu belirlemiştir. Paltineanu ve ark. (1994), yağmurlama, damla ve karık sulamada, soya fasulyesi tane verimlerini karşılaştırmışlar ve en yüksek verimi yağmurlama sulamada 4.01 t/ha olarak belirlemiştir.

Yazar ve ark. (1990), Çukurova koşullarında ikinci ürün soyanın değişik büyüme dönemlerinde uygulanan farklı düzeylerdeki stresin verim üzerine etkilerini belirlemek



amacıyla iki yıl süreyle yürüttükleri çalışmada tane oluşumu ve dolumu döneminin su eksikliğine en duyarlı dönem olduğunu, bunu sırasıyla çiçeklenme ve vejetatif dönemlerin izlediği ortaya koymuşlardır. Denemede sulama düzeyleri, yağmurlama laterallerinden su dağılımı esas alınarak oluşturulmuştur. Lateralden ıslatılan alan sınırına doğru gidildikçe verimin ve su tüketiminin azaldığını gözlemişlerdir.

Foroud ve ark. (1993), yürüttükleri çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre, soya fasulyesi verim bileşenlerinin R2 döneminde su stresinin olumsuz etkilerine dayanım gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, tam çiçeklenme döneminde sulama yapılmamasının verim için yararlı olabileceğini ve aynı zamanda kısıtlı kaynak koşullarında sulama suyundan tasarruf edilebileceğini göstermektedir.

Tane protein ve yağ yoğunlukları ve tane verimi ile aralarındaki ilişkiler soya fasulyesinde önem taşımaktadır (Kilen 1990, Streit ve ark. 2001). Soya fasulyesi tohum verimleri genellikle tohum protein içeriği ile ters ilişki göstermektedir (Hartwig ve Kilen 1991). Taylor ve ark. (1982), sulamanın, ürün gelişim oranlarını, boğum sayısını, bitki boyunu, toplam biyomasa ve yaprak alanını arttırdığını belirtmişlerdir.

Smiciklas ve ark. (1989) ve De Souza ve ark. (1997)' na göre soya fasulyesi tane dolum dönemi sırasında uygulanan su stresi tane ağırlığını azaltırken, Doss ve ark. (1974), Sionit ve Kramer (1977) ve Egli ve ark. (1983) vejetatif ya da ilk ürün oluşum dönemlerindeki stresin birim alan başına tane sayısını azalttığını belirtmişlerdir.

Yüksek sıcaklık ve topraktaki nem eksikliği gibi stres koşulları, soya fasulyesi verimi ve verim bileşenlerinden bir ya da daha fazlasında azalmaya neden olur. Soya fasulyesi, çiçeklenme başlangıcından (R1) tane başlangıcına (R5) geliştikçe, stres koşullarına dayanım yeteneği azalır ve stresten kaynaklanan verim azalışı potansiyel derecede artar (Foroud ve ark. 1993). En yüksek verim, çevre ya da sulama koşullarının tüm gelişme dönemleri için elverişli olduğu durumda elde edilmektedir. Soya fasulyesi verim değerleri, sulama suyu gereksinimini belirlemek için yapılan çalışmalarda 3500-4200 kg/ha arasında değişmiştir (Kabalan 1998, Ashley ve Ethridge 1978, Doss ve ark. 1974).

Kritik tane oluşum ve dolum donemleri esnasındaki kuraklık stresi, verim ve ürün kalitesinin azalmasına neden olmaktadır (Smiciklas ve ark. 1992). Diğer alışmalar, soya fasulyesinin vejetatif gelişme donemindeki sulama uygulamalarına genellikle olumlu cevap verdiğini ve boyece tane veriminin arttığını gostermektedir (Doss and Thurlow 1974, Matson 1964, Sionit ve Kramer 1977). Ayrıca, bu çalışmalar (a) kısıntılı sulamanın tohum verimi üzerine etkisinin aşırı sulamanın etkisine benzer olduğunu, (b) vejetatif gelişme donemindeki sulamanın, çiçeklenme, bakla oluşumu ve bakla dolum donemlerindeki sulama uygulamaları ile karşılaştırıldığında tohum verimi üzerine önemli düzeyde etkili olmadığını ve (c) eşitlerin sulamaya farklı cevaplar verdiğini gostermektedir. Tane dolum donemindeki su stresi, önemli ölçüde yaprak kurumasını hızlandırdığı ve tane dolum donemini kısalttığı için soya verimini azaltmaktadır (De Souza ve ark. 1997).

Evelt ve ark. (2000), 1996 ve 1998 yıllarında, Bushland-Texas koşullarında killi-tınlı topraklarda damla sulama yontemiyle sulanan soya fasulyesinde kısıntılı sulamanın verim ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini belirlemek üzere tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Tam sulama konusu (S1), 7 günde bir 1.5 m toprak derinliğindeki mevcut nemin tarla kapasitesine ulaştırılması olarak planlanmıştır. Kısıntılı sulama konuları ise tam sulama konusunda uygulanan sulama suyunun %67 (S2) ve %33' (S3) olarak tasarlanmıştır. Araştırmacılar, deneme konularına gore sırasıyla 905, 855 ve 750 mm mevsimlik bitki su tüketimi değerlerine karşılık, yıllara gore ortalama tane verimi değerlerini sırasıyla 0.383, 0.329 ve 0.272 kg/m<sup>2</sup> olarak belirlemişlerdir.

Sweeny ve ark. (2003) yürüttükleri çalışmada, ürün oluşum doneminde (R1-R6) tek su uygulamasının tohum protein içeriği üzerine az etkiye, yağ içeriğinde ise değişken etkiye sahip olduğunu kaydetmişlerdir. Fakat bu çalışmada, yüksek soya fasulyesi verimi ile ilişkili olarak tohum protein içeriğinde önemli bir azalma gozlenmiş ve toprak su içeriğinin tarla kapasitesi seviyesinde tutulmasının soya fasulyesinde tohum protein birikimini azalttığını belirtmişlerdir.

Khajouei-Nejad ve ark. (2004), İran-Kerman'da, 2000 ve 2001 yıllarında sulama yönetimi ve bitki sıklığının üç soya fasulyesi çeşidinde tohum verimi, tohum yağ ve protein içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Sulama konuları sırasıyla, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma  $I_1=40$ ,  $I_2=60$ ,  $I_3=80$  ve  $I_4=100$  mm olduğunda kök derinliğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkarmak olarak belirlenmiştir. Bitki sıklığı konuları sırasıyla, birim alan başına  $D_1=30$ ,  $D_2=40$ ,  $D_3=50$  ve  $D_4=60$  bitkinin ekildiği konular ve soya fasulyesi çeşitleri de  $V_1=Hobbit$  (erken olgunlaşma),  $V_2=Williams$  (orta olgunlaşma) ve  $V_3=Hill$  (geç olgunlaşma) olarak düzenlenmiştir. Bitki ve birim alan başına en yüksek tohum verimi sırasıyla  $I_2$  ve  $I_4$  sulama konularında elde edilmiştir. Ayrıca, bitki sıklığı birim alan başına tohum verimini önemli ölçüde etkilemiştir. En yüksek ve en düşük tohum verimi sırasıyla  $D_3$  ve  $D_1$  konularından elde edilmiştir. Soya çeşitleri dikkate alındığında, Williams çeşidinden en yüksek, Hill çeşidinden ise en düşük verim alınmıştır.

Brevedan ve Egli (2003), su stresi uygulanan soya fasulyesi bitkisinde tane veriminin tam sulama yapılan bitkilerin tane veriminden önemli ölçüde az (%39) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, su stresi ya da kuraklık stresi koşullarında soya fasulyesi veriminde azalma olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Eck ve ark. 1987, De Costa ve Shanmugathan 2002, Karam ve ark. 2005, Rosadi ve ark. 2005).

Spaeth ve ark. (1984), hasat indeksinin, toprak su içeriği ve güneşlenme süresindeki değişimlere maruz kalan bitkinin değişmez bir özelliği olduğunu göstermişlerdir. Pedersen ve Lauer (2004), yakın geçmişte yürüttükleri bir çalışmada, sulamamın hasat indeksini ortalama %2 oranında azalttığını belirtmişlerdir.

Xiaobing ve ark. (2004), kuzey doğu Çin'de üç yıl süreyle yürüttükleri çalışmada, sulama ve gübre uygulamasıyla soya fasulyesi verimindeki büyük artış ile tohum yağ oranının arttığını, tohum protein oranının ise azaldığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde diğer çalışmalarda da araştırmacılar, soya verimi ve yağ oranı arasında genellikle doğrusal bir ilişki olduğunu ve yüksek verim potansiyelinin yeterli toprak su içeriği ve

gübre koşullarında elde edildiğini gözlemlemiştir (Calpten 1986, Schoner ve Fehr 1979, Xu ve Zhang, 1995).

Karam ve ark (2005), 2000 ve 2001 yıllarında, yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, kısıtlı sulamanın soya fasulyesi su kullanımı ve üretimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Deneme konularını; tam çiçeklenme döneminde (R2) sulanmayan konu (S1), tane başlangıcı döneminde (R5) sulanmayan konu (S2), olgunlaşma başlangıcında (R7) sulanmayan konu (S3) ve toplam gelişme dönemi boyunca tam sulanan konu (C) olarak düzenlemiştir. Yaprak alan indeksi (YAI) ve kuru madde miktarı gelişme parametrelerinin, kısıtlı sulamaların neden olduğu su stresine duyarlı olduğu görülmüştür. Fakat gelişme parametreleri ilk dönemlerde su stresine dayanım gösterirken, tane olgunlaşma döneminde dayanım yeteneği azalmıştır. Lizimetreler de ki bitkilerden ortalama 8.1 t/ha biomas ve ortalama 3.5 t/ha tane verimi elde edilmiştir. Fakat tam sulama yapılan deneme konusunda biomas ve tane verimi sırasıyla ortalama 7.3 ve 3.2 t/ha bulunmuştur. R2 döneminde kısıtlı sulama biomas ve tane verimini sırasıyla %16 ve %4 azaltırken, R5 dönemindeki kısıtlı sulama bu iki parametreyi sırasıyla %6 ve %28 oranında azaltmıştır. Su kısıdından dolayı R2 döneminde biomastaki önemli azalma, vejetatif boğumların sayısındaki azalma açıklamasına bağlanmıştır. Fakat bu dönemdeki kısıtlı sulama ne tane sayısını ne de tane ağırlığını önemli ölçüde azaltmazken, R5 döneminde bu iki parametre, tam sulanan konu ile karşılaştırıldığında sırasıyla %20 ve %10 azaltmıştır. Ayrıca, sonuçlar R7 dönemindeki kısıtlı sulamanın (S3) diğer gelişme dönemlerinden herhangi birinde uygulanan sulama kısıdından daha etkin olduğunu ve verim bileşenlerinde önemli azalmalara neden olmadığını göstermiştir. Tam sulama koşulları altında soya fasulyesi yaprak alan indeksinin (YAI) ise, bakla başlangıcı döneminde (R3) en yüksek değere ( $8.5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) ulaştığını belirlemiştir.

Al-Tawaha ve ark. (2007), kısıtlı ve aşırı sulama konularında tane verimi ve verim bileşenlerinin, susuz konu ile karşılaştırıldığında genellikle arttığını ve sulama düzeyi yükseldikçe sulamaya cevabın daha büyük olduğunu açıklamışlardır. Birkaç araştırmacı tarafından da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Korte ve ark. 1983, Kadhem ve ark. 1985, Karam ve ark. 2005).

#### 2.4. Soya Fasulyesi Verim Tepki Etmeni

Soyada oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı arasındaki doğrusal ilişkinin eğimi, toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme, çiçeklenme ve tane oluşum dönemleri için eğim değerleri sırasıyla 0.2, 0.8 ve 1.0'dir. Bu değerler, tane oluşum döneminin su stresine en duyarlı dönem olduğunu, bunu sırasıyla çiçeklenme ve vejetatif gelişme döneminin izlediğini göstermektedir (Doorenbos ve Kassam 1979).

Güler (1990), Amik ovasında, 1985–1986 yıllarında soya fasulyesinin su-verim ilişkileri üzerine yürüttüğü çalışmada, verim tepki etmenini ( $k_y$ ), bitki gelişme süresince uygulanacak su kısıntısı durumunda 1.02 olarak bulmuştur. Su kısıntısı söz konusu olduğunda, önce olgunlaşma ve sonrada vejetatif gelişme dönemlerinde uygulanan su miktarından tasarruf edilmelidir.

Yazar ve ark. (1990), 1986 ve 1987 yıllarında, Çukurova koşullarında yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün soyanın, üç gelişme dönemini dikkate alarak, yedi farklı sulama konusu oluşturmuşlardır. İki yağmurlama laterali aynı anda çalıştırıldığında tüm deneme parselinde eş su dağılımı meydana gelmiştir (tam sulama hattı=I). Laterallardan birisi çalıştırıldığında ise söz konusu hattın çevreye doğru giderek azalan bir su dağılımı sağlanmıştır (eksik sulama hattı=G). Gelişme dönemlerine göre, GGG, IGG ve IIG sulama konularına ilişkin verim tepki etmeni ( $k_y$ ) değerleri incelendiğinde, sırasıyla 0.71, 0.73 ve 0.97 olduğu görülmüştür. Bu değerler GGI ve GII konularına ilişkin 0.27 ve 0.50 den daha büyüktür. Bu sonuçlara göre, araştırmacı su tüketiminde meydana gelecek bir birim azalmaya karşı verimdeki düşüşün, tane oluşumu ve dolumu döneminde diğer dönemlere oranla daha fazla olduğunu belirtmiştir. Buradan, soyanın tane oluşumu ve dolumu döneminin, strese en duyarlı dönem olduğu sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, vejetatif dönemde fazla olmayan stresin, verim üzerine etkisinin çok az olduğunu belirtmişlerdir.

Kirda ve ark. (1999), vejetatif gelişme dönemine göre çiçeklenme ve bakla gelişimi ve dolumu dönemleri sırasında oluşan su tüketimi eksilişinin soya fasulyesi verimini orantılı olarak düşürdüğünü belirlemişlerdir. Vejetatif gelişme döneminde verim tepki

etmenini 0.58, çiçeklenme döneminde 1.13, bakla gelişim ve dolumu döneminde ise 1.76 bulmuşlardır.

## 2.5. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği

Ashley (1983), soya fasulyesi sulama suyu gereksinimlerinin diğer yazlık sıra bitkilerine eşit ya da daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Soya fasulyesi veriminin, sulama suyu miktarı artışı ile kabul edilebilir üretime ulaştığını ve bitki su tüketimi değerlerinin, 5–8.4 mm/gün arasında değiştiğini belirtmiştir. Su kullanım oranlarının, bitkiler vejetatif dönemdeyken düştüğünü, ürün oluşum döneminde ise en yüksek değerlere ulaştığını ve bitkiler olgunlaşmaya yaklaşırken azaldığını ileri sürmüşlerdir.

Eck ve ark. (1987), Bushland-Texas koşullarında, tava sulama yöntemiyle sulanan soya fasulyesi için, tam sulama konusunda üç yıllık tane verimi değerlerini sırasıyla 0.272, 0.371 ve 0.362 kg/m<sup>2</sup> olarak belirlemişlerdir. Su kullanım etkinliği değerlerini ise, üç yıl için sırasıyla 0.40, 0.45 ve 0.50 kg/m<sup>3</sup> olarak bulmuşlardır.

Larry ve Spurlock (1993), ABD’de soya fasulyesinde yürüttükleri bir denemede sulama suyu kullanım etkinliğini (IWUE) 1.3–5.6 kg/ha-mm arasında belirlemişlerdir.

Evett ve ark. (2000), 1996 ve 1998 yıllarında, Bushland-Texas koşullarında killi-tınlı topraklarda damla sulama yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde kısıntılı sulamanın verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkilerini belirlemek üzere tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Tam sulama konusunu (S1), 7 günde bir 1.5 m toprak derinliğindeki mevcut nemin tarla kapasitesine ulaştırılması olarak planlamışlardır. Kısıntılı sulama konularını ise tam sulama konusunda uygulanan sulama suyunun %67 (S2) ve %33’ü (S3) olarak tasarlamışlardır. Buna göre; S1, S2 ve S3 konuları için ortalama sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerlerini sırasıyla 0.620, 0.626 ve 0.638 kg/m<sup>3</sup> ve ortalama su kullanım etkinliği (WUE) değerlerini ise sırasıyla 0.439, 0.392 ve 0.365 kg/m<sup>3</sup> olarak belirlemişlerdir.

Burriro ve ark. (2002), su kullanım etkinliğinin (WUE), toprak su stresindeki artış ile bağlantılı olarak arttığını belirtmişlerdir. Scott ve ark. (1987), Lee 74 çeşidi soya fasulyesinde yuruttukleri çalışmada, tam sulama ve susuz deneme konularında ortalama WUE değerlerini sırasıyla 6.0 kg/ha-mm ve 7.3 kg/ha-mm, tam sulama konusunda gelişme donemi boyunca ortalama bitki su tuketimini ise 720 mm olarak belirlemişlerdir. Berlato (1986) ve Kabalan (1998) yuruttukleri çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Karam ve ark. (2005), 2000 ve 2001 yıllarında, yarı-kurak iklim koşullarına sahip Lubnan'da yuruttukleri çalışmada, tam sulanan konuda verime bağlı su kullanım etkinliğini (WUE), lizimetre de yetiştirilen soya fasulyesi ile tutarlı olarak 0.47 kg/m<sup>3</sup> bulmuşlardır. Deneme sonuçlarına gore, tam çiçeklenme doneminde sulanmayan ve olgunlaşma başlangıcı doneminde sulanmayan konuların WUE değerlerinin tam sulama konusundan sırasıyla %13 ve %4 daha yuksek olduğunu belirlemişlerdir. Fakat tane başlangıcı doneminde sulanmayan konuda WUE değeri, tam sulama konusundan %17 daha duşuk olmuştur.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma Yeri

Araştırma, 2005 ve 2006 yıllarında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırma alanının, ortalama denizden yüksekliği 100 m ve 40° 11' kuzey enlemi (N), 29° 04' doğu boylamında (E) yer almaktadır.

##### 3.1.2. Toprak Özellikleri

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Deneme alanı toprakları kil bünye sınıfındadır ve 0-120 cm toprak derinliği için, 30 cm'lik toprak katmanları dikkate alındığında, hacim ağırlığı 1.35-1.38 g/cm<sup>3</sup> değerleri arasında değişmektedir. Tarla kapasitesi, kuru ağırlık yüzdesi cinsinden 38.17-43.01 ve solma noktası, 23.18-27.07 değerleri arasında, 0-90 cm toprak derinliği için kullanılabilir su tutma kapasitesi ise 163.3 mm'dir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)
0-30	24.32	26.18	49.50	C	1.35	38.17	27.07
30-60	23.28	26.22	50.50	C	1.36	40.01	27.03
60-90	21.88	24.62	53.50	C	1.34	43.01	26.75
90-120	21.64	37.86	40.50	C	1.38	40.05	23.18
Toprak Derinliği (cm)	EC (dS/m)	pH	Kireç (%)	Saturasyon (%)	Yararışlı (kg/da)		Organik Madde (%)
					Fosfor	Potasyum	
0-30	0.45	6.1	0.0	101	8.9	46	0.72
30-60	0.45	6.4	0.0	109	3.5	36	0.43
60-90	0.79	7.1	1.3	110	8.1	39	0.57
90-120	0.64	8.0	43.7	101	6.9	25	0.17



### 3.1.3. İklim Özellikleri

Marmara Bölgesi'nin güney-doğusunda yer alan Bursa; yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklime sahiptir.

Araştırma alanına ilişkin bazı iklim elemanlarının uzun yıllar aylık ortalama değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Bursa Meteoroloji İstasyonundan sağlanmıştır (1975-2003). Çok yıllık iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 14.5 °C, aylık ortalama sıcaklıklar açısından en soğuk ay ortalama 5.5 °C ile Ocak ve en sıcak ay ortalama 24.5 °C ile Temmuz'dur. Yıllık toplam yağış 675.9 mm'dir. Yağışın en fazla olduğu ay 98.8 mm ile Aralık ayıdır. Yıllık ortalama bağıl nem % 66'dır. Ortalama bağıl nem Temmuz ayında % 57'ye düşmekte, Ekim ve Kasım aylarında ise % 72'ye yükselmektedir. Yıllık ortalama rüzgar hızınının 2 m yükseklikteki eşdeğeri 2.0 m/s'dir. Deneme alanına ilişkin, bazı iklim elemanlarının uzun yıllar aylık ortalama değerleri Çizelge 3.2'de, 2005 ve 2006 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının aylık ortalama değerleri ise Çizelge 3.3'de verilmiştir. Araştırmanın her iki yılına ait iklim verileri, deneme alanı yakınına kurulmuş Taşınılabilir Otomatik Meteoroloji İstasyonu'ndan (WatchDog Meteoroloji İstasyonu, Spectrum Technologies, Inc., USA) sağlanmıştır.

### 3.1.4. Bitki özellikleri

Araştırmada, Nova (GM IV) soya fasulyesi (*Glycine max (L.) Merr.*) çeşidi kullanılmıştır. Üretici firma bilgilerine göre, bitkideki bakla sayısı ortalama 48-55 adet arasında olup, bakla başına ortalama 4 dane düşmektedir. Bitki boyu 95-125 cm. civarında ve ilk bakla yüksekliği 4-12 cm'dir. Çiçek rengi beyazdır. Yatmaya, tane dökmeye, bakterial küf ve mantari hastalıklara dayanıklıdır (Anonim 2005a).

Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalama değerleri (1975–2003)

İklim elemanları	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama hava sıcaklığı (°C)	5.5	5.9	8.3	12.9	17.6	22.3	24.5	24.1	20.1	15.3	10.4	7.2	14.5
En yüksek hava sıcaklığı (°C)	22.8	25.0	30.6	33.8	35.7	39.3	43.8	41.2	37.0	37.3	28.5	25.8	43.8
En düşük hava sıcaklığı (°C)	-11.5	-16.4	- 8.0	- 3.1	1.6	5.2	9.6	10.1	5.1	0.20	- 3.5	- 8.2	-16.4
Ortalama bağıl nem (%)	71.0	69.0	69.0	68.0	65.0	58.0	57.0	60.0	65.0	72.0	72.0	71.0	66.0
Ortalama rüzgar hızı* (m/s)	2.3	2.3	2.2	2.0	1.9	2.0	2.2	2.1	1.7	1.5	1.7	2.2	2.0
Güneşlenme şiddeti (cal/cm <sup>2</sup> dak)	137.7	186.1	262.0	334.7	421.5	477.0	473.8	425.1	347.2	232.4	152.9	113.7	297.0
Yağış (mm)	76.7	65.6	60.6	70.3	47.4	32.6	19.5	15.1	34.8	72.0	82.5	98.8	675.9
Güneşlenme süresi (h)	3.2	3.5	4.3	5.7	8.0	10.0	10.6	9.8	7.9	5.5	4.0	2.9	6.3
Ortalama buharlaşma** (mm)	35.4	42.1	60.4	101.2	145.8	206.7	248.3	228.0	150.8	89.7	49.7	38.3	1396.4

\* 2 m yükseklikteki değeri

\*\* Class A pan buharlaşması

Çizelge 3.3. Araştırma alanına ilişkin 2005 ve 2006 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının aylık ortalama değerleri

2005	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama hava sıcaklığı (°C)	13.7	17.6	21.2	24.7	25.1	20.1	13.2
Ortalama bağıl nem (%)	60.0	68.0	58.0	62.0	63.0	68.0	72.0
Ortalama rüzgar hızı* (m/s)	1.8	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.2
Güneşlenme Şiddeti (MJ/m <sup>2</sup> gün)	6.72	7.45	9.68	9.13	7.88	6.02	3.95
Yağış (mm)	56.0	23.0	21.0	55.0	4.0	16.0	37.0
2006	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama hava sıcaklığı (°C)	12.1	16.6	21.5	23.8	26.4	19.9	16.7
Ortalama bağıl nem (%)	74.0	61.0	64.0	52.0	50.0	65.0	77.0
Ortalama rüzgar hızı* (m/s)	1.9	1.8	1.7	2.3	2.0	1.5	1.3
Güneşlenme Şiddeti (MJ/m <sup>2</sup> gün)	6.88	9.08	9.46	9.87	8.18	5.83	4.05
Yağış (mm)	20.0	9.0	43.0	2.0	3.0	91.0	25.0

\* 2 m yükseklikteki değeri

### 3.1.5. Sulama Suyu

Araştırmada kullanılan sulama suyu, Uludağ Üniversitesi Görükle Kampusu içerisinde yer alan ve 250 ha sulama alanına sahip olan Yolçatı (Göbelye) Göleti'nden sağlanmıştır (Şekil 3.1). Dip savaktan hazneye gelen sulama suyu, sulama alanının en yüksek noktasında bulunan su toplama havuzuna iki elektropomp yardımıyla getirilerek, deneme alanına en yakın almaca, borulu sulama sistemi ile ulaştırılmıştır. Yolçatı (Göbelye) Göleti'nden alınan su örneği, U. S. S. L. S. (1954)'de belirtilen esaslardan yararlanılarak laboratuarda analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, sulama suyunun  $C_2S_1$  sınıfına girdiği ve sulamaya uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Yolçatı (Göbelye) Göleti

### 3.1.6. Sulama Sistemi

Soya fasulyesi sulamasında kullanılan damla sulama sistemi parsel bazında Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Kontrol biriminde; hidrosiklon (kum ayırıcı), kum-çakıl filtre tankı, elek filtre, vanalar ve manometre bulunmaktadır. Sulama suyu, deneme alanına en yakın rögar (Şekil 3.3) içerisindeki almaçtan (Şekil 3.4) 75 mm'lik PE iletim borusu ile 50 mm'lik PE ana boru hattına ulaştırılmıştır. Ara boru hatları ile her bir deneme parseli için bir adet tasarlanan yan boru hatları da 50 mm dış çaplı PE borulardan oluşmuştur.





Şekil 3.3. Deneme alanına en yakın rögar



Şekil 3.4. Almaç



Şekil 3.5. Sulama sisteminin görünümü

### 3.1.7.Araştırmada Kullanılan Donanımlar

#### 3.1.7.1. Nötronmetre

Toprak neminin izlenmesinde, yüksek enerjili nötron kaynağı içeren bir prob ve bir yavaş nötron tarayıcıdan oluşan CPN (Campbell Pasific Nuclear Corp.) 503 DR model nötronmetre (Şekil 3.6) kullanılmıştır. Bu yöntem yüksek bir yavaşlatma kapasitesine sahip hidrojen atomlarının, aygıtın radyoaktif kaynağından (Amerikyum241/Berilyum) saçılan nötronları yavaşlatması ile topraktaki nem miktarının belirlenmesi esasına dayanır. Fonksiyonların seçimi için içerisinde bir mikro işlemciye, 24 kb veri depolama hafızasına, 16 değişik toprak çeşidi için veri depolama ve gösterme özelliğine sahiptir. Test zamanı, hafızaya alma formatı ve ölçüm birimleri kullanıcı tarafından seçilebilmektedir. RS 232C arabirimi ile kişisel bilgisayara veya yazıcıya veri transfer edebilmektedir.

Çalışmada ölçüm tüpü olarak ise 150 cm uzunluğunda, 50 mm dış çaplı alüminyum borular kullanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Nötronmetre



Şekil 3.7. Parselde alüminyum ölçüm tüpü



### 3.1.7.2. Taşınabilir Yaprak Alan Ölçer

Çalışmada, deneme parsellerinde bulunan bitkilerin yaprak alanlarını ölçmek amacıyla, LI-3000A model taşınabilir yaprak alan ölçer (Model LI 3000A, LI-COR Inc., Lincoln NE) kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Taşınabilir yaprak alan ölçer

### 3.1.7.3. Diğer Donanımlar

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Laboratuvar olanaklarından yararlanılmıştır. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleme seti, etüv ve hassas terazi çalışmada kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri

Toprak örnekleri sistematik örnek alma yöntemine göre alınmıştır (Black 1965). Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 120 cm derinliğinde açılan profillerin 30'ar cm' lik katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınarak aşağıda belirlenen analizler Tüzüner (1990)' da verilen ilkelere göre yapılmıştır.

Toprak Bünyesi, Bouyoucos Hidrometre yöntemine göre; Hacim Ağırlığı, bozulmamış toprak örneklerinde, silindir yöntemine göre belirlenmiştir. Tarla Kapasitesi, basınçlı membran aleti kullanılarak, bozulmamış toprak örneklerinin 1/3 atmosferde tuttıkları nem miktarlarının belirlenmesiyle; Solma Noktası, bozulmuş toprak örneklerinde, basınçlı membran aleti kullanılarak 15 atmosferde tuttıkları nem miktarlarının belirlenmesiyle tayin edilmiştir.

Araştırma alanı topraklarının pH Değeri, saturasyon çamurunda, cam elektrotlu Beckman pH-metre ile tayin edilmiştir. Alınabilir Potasyum ( $K_2O$ ), amonyum asetat çözeltisinden geçen potasyum miktarı fleymfotometrede okunarak bulunmuştur. Kireç (%), Scheibler kalsimetresiyle tayin edilmiştir. Alınabilir Fosfor ( $P_2O_5$ ), Olsen Yöntemi ile belirlenmiştir ve Organik Madde (%) ise, Walkley-Black Yöntemi'nin modifiye edilmiş şekli uygulanarak belirlenmiştir.

### 3.2.2. Tarımsal İşlemler

Araştırmanın ilk yılında, parselasyon işlemi yapıldıktan sonra Nova çeşidi soya fasulyesinin 21.04.2005 tarihinde, ikinci yılında ise 03.05.2006 tarihinde pnömatik mibzer ile ekimi yapılmıştır (Şekil 3.9) ve ekim işleminden sonra merdane çekilmiştir (Şekil 3.10). Çimlenme ve çıkış için gerekli su miktarı, 2006 yılında yağışlardan karşılanamadığından, bitki 20-40 cm yüksekliğe ulaşınca kadar yağmurlama sulama yöntemi ile 60 mm çimlenme ve çıkış suyu verilmiştir.



Şekil 3.9. Pnömatik mibzerle soya fasulyesi ekimi



Şekil 3.10. Soya fasulyesi ekiminden sonra merdane çekilme işlemi

Uygulanan tüm tarımsal işlemler Çizelge 3.4 ve 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Tarımsal işlemler (2005)

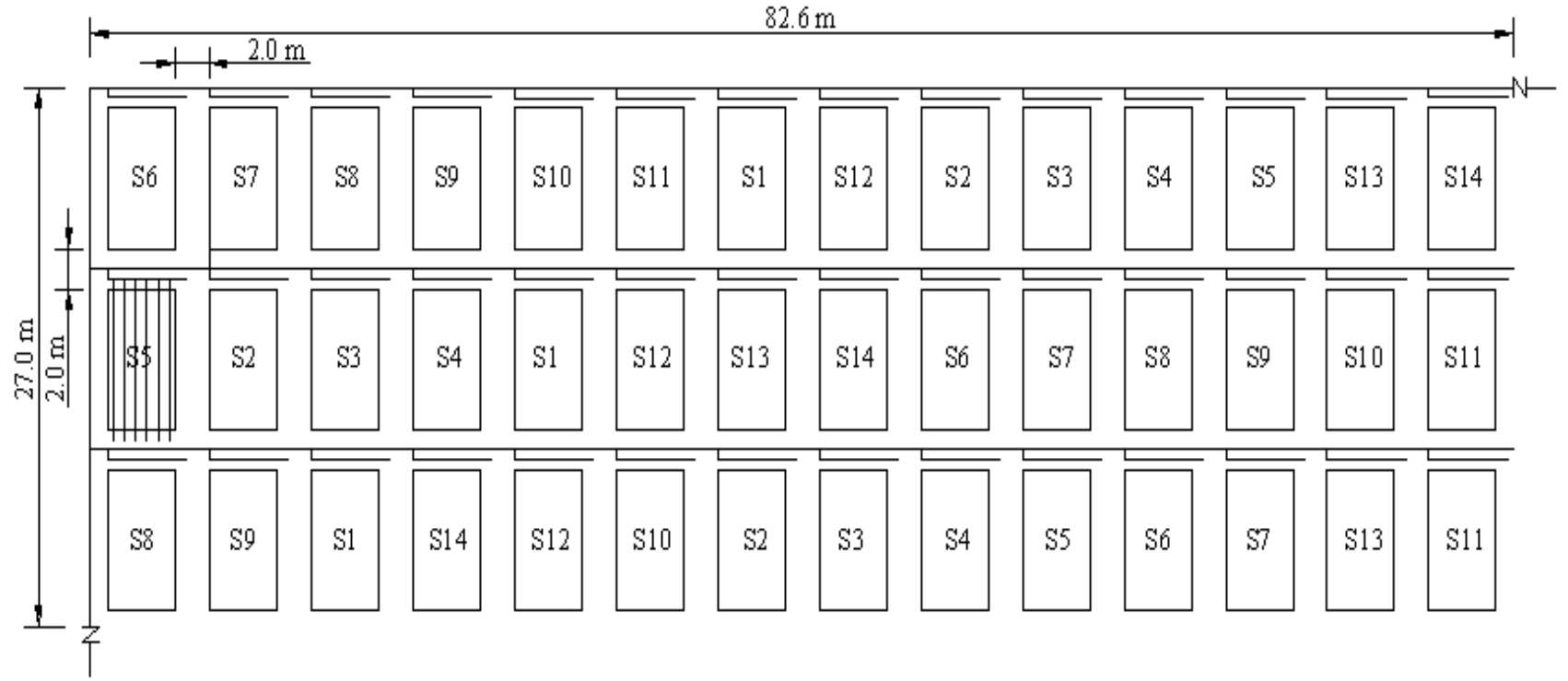
Tarih	Uygulanan tarımsal işlemler
15.11.2004	Pullukla derin sürüm yapıldı.
05.03.2005	Kazayağı geçirildi.
23.03.2005	Rotovator ile toprak işleme yapıldı (yabancı ot + ekim hazırlığı).
18.04.2005	Tırmık geçirildi (ekim hazırlığı).
20.04.2005	5 kg/da 15-15-15 NPK gübreleme yapıldı.
21.04.2005	Pnömatik mibzer ile ekim yapıldı, sıra arası=65 cm ve sıra üzeri=6 cm
21.04.2005	Merdane çekildi (tohum + toprak taneleri arasındaki sıkışma).
06.05.2005	Soya fasulyesi çıkış tarihi.
16.05.2005	Tırmık geçirildi.
15.05.2005-02.06.2005	Yabancı ot temizliği yapıldı.
02.06.2005	Kazayağı geçirildi.
02.06.2005	8 kg/da N % 46 üre olarak verildi.
07.06.2005	Pulluk ile kök boğazları dolduruldu.
20.09.2005	Hasat yapıldı.

Çizelge 3.5. Tarımsal işlemler (2006)

Tarih	Uygulanan tarımsal işlemler
21.11.2005	Pullukla derin sürüm yapıldı.
22.03.2006	Kazayağı geçirildi.
21.04.2006	Rotovator ile toprak işleme yapıldı (yabancı ot + ekim hazırlığı).
26.04.2006	Tırmık geçirildi (ekim hazırlığı).
28.04.2006	5 kg/da 15-15-15 NPK gübreleme yapıldı.
03.05.2006	Pnömatik mibzer ile ekim yapıldı, sıra arası=65 cm ve sıra üzeri=6 cm
04.05.2006	Merdane çekildi (tohum + toprak taneleri arasındaki sıkışma).
17.05.2006	Soya fasulyesi çıkış tarihi.
06.06.2006	Tırmık geçirildi.
08.06.2006-11.06.2006	Yabancı ot temizliği yapıldı.
19.06.2006	Kazayağı geçirildi.
19.06.2006	8 kg/da N % 46 üre olarak verildi.
02.10.2006	Hasat yapıldı.

### 3.2.3. Deneme Konuları

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür (Şekil 3.11). Parsel boyutları ekim de  $3.9 \text{ m} \times 7.0 \text{ m} = 27.3 \text{ m}^2$ , hasatta  $2.6 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 15.6 \text{ m}^2$  dir. Deneme alanı ise  $3 \times 14 \times 27.3 = 1146.6 \text{ m}^2$  dir.



Şekil 3.11. Deneme alanı üzerinde deneme konularının görünümü

Deneme konularının belirlenmesinde, Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından verilen dört gelişme dönemi; (0) Çimlenme ve çıkış, (1) Vejetatif gelişme, (2) Çiçeklenme, (3) Ürün oluşumu (dane bağlama), (3a) Bakla gelişimi, (3b) Bakla dolumu (tam bakla tutumu), (4) Olgunlaşma ve Fehr ve Caviness (1977) tarafından Çizelge 3.6'da verilen gelişme dönemleri dikkate alınmıştır.

Fehr ve Caviness (1977), soya fasulyesi gelişimini iki ayrı dönemde tanımlamışlardır. İlki çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan vejetatif gelişme dönemlerini (V), ikincisi ise çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar olan generatif dönemleri kapsamaktadır (R). Bitki dönemleri yaprak, çiçek, bakla ve dane gelişimlerinin sınıflandırılması ile belirlenmektedir. Ayrıca, dönemlere ayırma boğumun tanımlanmasını gerektirmektedir. Bir boğum, bir yaprağın bağlı olduğu gövde bölümüdür.

Çizelge 3.6. Vejetatif ve generatif dönemler

Vejetatif dönemler	
VE	Çıkış
VC	Kotiledon
V1	İlk boğum
V(n)	n. boğum
Generatif dönemler	
R1	Çiçeklenme başlangıcı
R2	Tam çiçeklenme
R3	Bakla başlangıcı (oluşumu)
R4	Tam bakla
R5	Dane başlangıcı (oluşumu)
R6	Tam dane
R7	Olgunlaşma başlangıcı
R8	Tam Olgunlaşma

Buna göre;

(0) VE, çimlenme ve çıkış,

(1) V5 – R1, Vejetatif gelişme,

(2) R1 – R3, çiçeklenme,

(3) R3 – R5, bakla oluşumu,

(4) R5 – R7, tane gelişimi soya fasulyesi gelişme dönemleri dikkate alınarak belirlenen deneme konuları aşağıda verilmiştir. V5, beş boğumlu vejetatif gelişme dönemini belirtmektedir.

S1<sub>(III)</sub>: Gelişme dönemi boyunca, 7 günde bir defa (Evet ve ark. 2000), 0–90 cm toprak derinliği için mevcut nemi tarla kapasitesine tamamlayacak miktarda sulama suyu uygulanmıştır.

S2<sub>(75II)</sub>: (1) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 75'i,

S3<sub>(50II)</sub>: (1) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 50'si,

S4<sub>(25II)</sub>: (1) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 25'i,

S5<sub>(75II)</sub>: (2) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 75'i,

S6<sub>(50II)</sub>: (2) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 50'si,

S7<sub>(25II)</sub>: (2) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 25'i,

S8<sub>(75I)</sub>: (3) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 75'i,

S9<sub>(50I)</sub>: (3) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 50'si,

S10<sub>(25I)</sub>: (3) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 25'i,

S11<sub>(III75)</sub>: (4) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 75'i,

S12<sub>(III50)</sub>: (4) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 50'si,

S13<sub>(III25)</sub>: (4) döneminde S1 konusuna verilmesi gereken sulama suyu miktarının % 25'i uygulanmıştır.

S14<sub>(0000)</sub>: Susuz.

Araştırmanın ilk yılında, tüm deneme konularında çimlenme ve çıkış (0) döneminde bitki su ihtiyacı yağışlarla tam olarak karşılanmıştır. İkinci yılda ise, ekimden hemen sonra yağmurlama sulama yöntemi ile çimlenme ve çıkış suyu verilmiştir.

Araştırmada, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 ve S10 konularına, kısıntılı su uygulanan periyoda kadar ve kısıntılı su uygulanan periyodu takip eden dönem başlangıcında, S1 konusunda uygulanan sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Daha sonraki sulamalara ise S1 konusunda olduğu gibi devam edilmiştir.

### 3.2.4. Toprak Nemi Ölçümleri

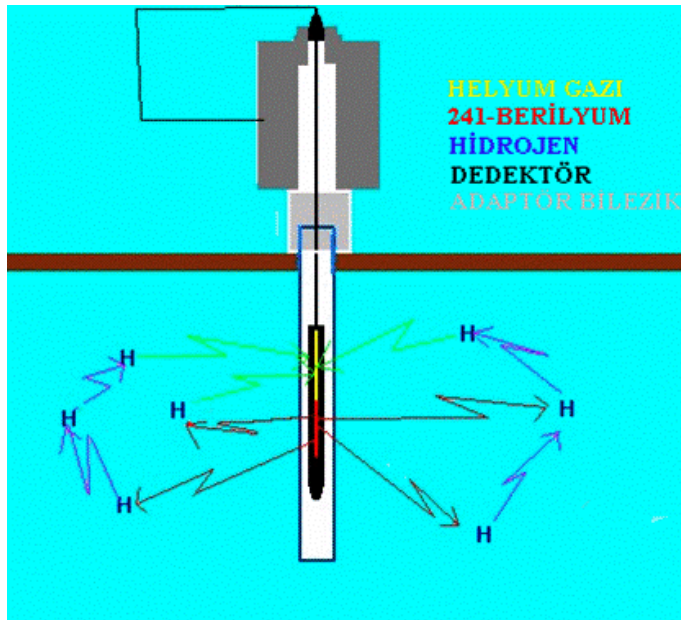
Toprak nemi, 120 cm derinlikte, her bir 30 cm lik katman için nötronmetre ile izlenmiştir. Nötronmetre, toprak yüzeyine yakın derinlikler için hassas sonuçlar vermemektedir (Risinger ve Carver 1987). Bu nedenle, 0-30 cm toprak derinliği için toprak nemi gravimetrik yöntemle izlenmiştir. Nötronmetre okumaları, deneme parsellerinin ortasına yerleştirilmiş nötron tüplerinden 16 sn sürede yapılmıştır.

Nötronmetre yöntemi, yüksek bir yavaşlatma kapasitesine sahip hidrojen atomlarının, aygıtın radyoaktif kaynağından (Amerkyum241/Berilyum) saçılan nötronları yavaşlatarak, topraktaki suda bulunan hidrojen atomlarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Toprakta bulunan hidrojenin kaynağı çoğunlukla su olduğuna göre, hızlı nötron kaynağının çevresindeki sayılan yavaşlatılmış nötronlar, toprak neminin ölçülmesinde iyi bir yoldur. Nötronmetre esas olarak, hızlı nötronları saçan bir kaynak ile buna birleşik yavaşlatılmış nötronları sayabilen bir detektörden oluşur (Şekil



3.12). Topraktaki mevcut nemin ölçümü için, nötronmetre probuna uygun, 50 mm dış çaplı ve 150 cm uzunluğunda alüminyum tüpler kullanılmıştır. Tüpler, toprakta fazla bir bozulmaya yol açmadan ve sıkıştırmadan açılan deliklere tüp ile toprak arasında boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir (Çetin 2003).

Nötronmetre sayım oranı ile hacimsel toprak su içeriği arasında aşağıda verilen doğrusal bir ilişki vardır. Çalışmada, 0-120 cm toprak derinliğinde, her bir 30 cm toprak katmanı için, elde edilen nötron okumalarına karşılık gelen hacimsel toprak su içeriği değerlerinden kalibrasyon doğruları oluşturulmuş ve regresyon eşitlikleri elde edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.12. Nötron saçılımı

$$\theta_h = a + b(SO) \quad (3.1)$$

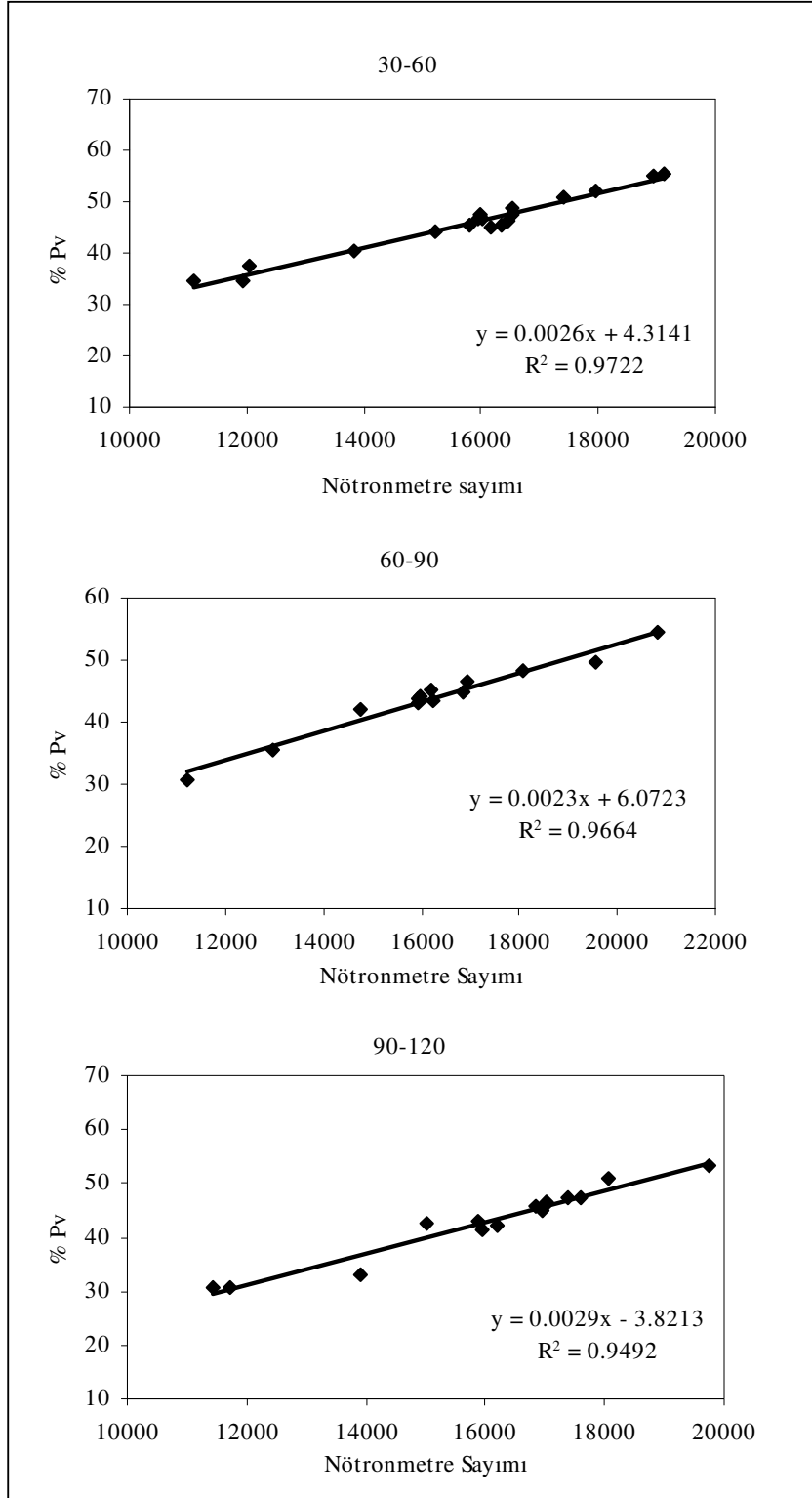
Eşitlikte;

$\theta_h$  = Toprak hacimsel su içeriği, %,

$a$  = Kalibrasyon eğrisi sabiti,

$b$  = Kalibrasyon doğrusunun eğimi,

$SO$  = Sayım oranı ( $SO = S/SS$ ),



Şekil 3.13. Toprak profilinin farklı derinlikleri için belirlenen kalibrasyon eşitlikleri

S = Nötronmetre sayımı-okuma değeri ve  
 SS = Standart sayım değerini göstermektedir.

### 3.2.5. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Süresinin Belirlenmesi

Araştırmada, uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde, 90 cm toprak derinliği dikkate alınarak topraktaki mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarıldığı sulama uygulamalarında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989);

$$d = \frac{(TK - MN)}{100} \gamma_t DP \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

d = Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, mm,  
 TK = Tarla kapasitesi, %,  
 MN = Topraktaki mevcut nem, %,  
 $\gamma_t$  = Toprağın hacim ağırlığı, g/cm<sup>3</sup>,  
 D = Etkili kök derinliği, mm,  
 P = Islatılan alan oranı değerlerini göstermektedir.

Islatılan alan oranı (Güngör ve Yıldırım 1989, Yıldırım 2003);

$$P = k \frac{S_d}{S_l} \quad (3.3)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;

P = Islatılan alan oranı,  
 k = Katsayı (Tarla bitkileri için k = 1 alınmaktadır),  
 S<sub>d</sub> = Damlatıcı aralığı, m,  
 S<sub>l</sub> = Lateral aralığı, m'dir.

Çalışmada, ıslatılan alan oranı 0.31 olarak bulunmuştur. Fakat bitki su gereksiniminin tamamen karşılandığı konuya (S1) ait parsellerde ilk sulama yapıldığında parsellerin tamamının ıslandığı görülmüştür. Bunun nedeni, toprak

bünyesinin çok ağır olmasına bağlanmıştır. Ardından yapılan sulamalarda, oluşan bu duruma bağlı olarak ıslatılan alan oranı 1.00 kabul edilmiştir. Ayrıca sulama suyu uygulamalarında parsel boyunun kısa, dolayısıyla lateral boylarının kısa olması ve bitki vejetatif aksamının alanın tamamını çok kısa sürede örtmesi nedeniyle buharlaşma kayıplarının çok az olacağı yaklaşımıyla su uygulama randımanı %100 alınmıştır.

Çalışmada sulama süresi ise (Kadayıfçı 1996);

$$t_s = \frac{d_n A}{qn_d} \quad (3.4)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;

$t_s$  = Sulama süresi, h,

$d_n$  = Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

$A$  = Sulanacak parselin alanı,  $m^2$ ,

$q$  = Damlatıcı debisi, L/h ve

$n_d$  = Damlatıcı sayısı, adet, değerlerini göstermektedir.

### 3.2.6. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Bitki su tüketimi, toprak-su dengesi eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Garrity ve ark. 1982, James 1988).

$$ET = I + P \pm \Delta S - D - R \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

$ET$  = Bitki su tüketimi, mm,

$I$  = Uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

$P$  = Düşen yağış, mm,

$\Delta S$  = İki toprak suyu ölçümü arasındaki değişim, mm/90 cm,

$D$  = Drenaj miktarı, mm,

$R$  = Yüzey akış miktarı, mm olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmada, sulama suyu miktarı, kısıntılı sulama ve damla sulama yönteminin bir sonucu olarak tarla kapasitesi değerini aşmayacağından yüzey akış (R) ihmal edilmiştir (Oktem ve ark. 2003). Deneme konularına, tarla kapasitesi üzerinde toprak suyu oluşacak miktarda sulama suyu uygulanmamış ve drenaj oluşumu önlenmiştir. Bununla birlikte 90-120 cm toprak derinliğindeki toprak suyu artışı drenaj (D) olarak dikkate alınmıştır.

### 3.2.7. Su-Verim İlişkileri

Son yıllarda bu ilişkileri belirlemek için birçok model geliştirilmiştir. Bunlar içerisinde Stewart eşitliği en yaygın kullanılan modellerden birisidir (Stewart ve ark. 1976, Doorenbos ve Kassam 1979). Bu model oransal su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3.6)$$

Bu eşitlikte;

- $Y_a$  = Su kısıntısı koşullarında gerçek verim,
- $Y_m$  = Tam sulama koşulunda en yüksek verim,
- $ET_a$  = Su kısıntısı koşullarında gerçek su tüketimi,
- $ET_m$  = Tam sulama koşulunda en yüksek su tüketimi,
- $k_y$  = Su-verim tepki etmenini göstermektedir.

Çalışmada, parsellerden elde edilen dane verimi ile mevsimlik su tüketimleri arasındaki ilişkiler bu model kullanılarak elde edilmiştir.

### 3.2.8. Su Kullanım Etkinliği

Ele alınan farklı sulama konuları ve su kısıntılarının verimliliğini değerlendirmek için su kullanım etkinliğinden yararlanılmıştır. Farklı sulama konularına göre toplam su

kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) olmak üzere iki şekilde hesaplanmıştır (Bos 1980).

$$WUE = \frac{YLD}{ET_a} \quad (3.7)$$

Eşitlikte;

YLD = Dane verimi, kg/ha,

ET<sub>a</sub> = Mevsimlik gerçeğek bitki su tüketimi, mm' dir.

$$IWUE = \frac{YLD - YLD_{rainfed}}{IRGA} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

YLD<sub>rainfed</sub> = Susuz konudan (kontrol konusu) elde edilen verim, kg/ha,

IRGA = Mevsimlik sulama suyu miktarı, mm olarak tanımlanmaktadır.

### 3.2.9. Verim ve Verim Bileşenleri

#### 3.2.9.1. Tane Verimi

Her parselde 15.6 m<sup>2</sup>'lik alandan hasat edilen ve tartılan bitkiler harman edildikten sonra elde edilen tane ürünü tartılmış, daha sonra bu veriler dekara çevrilmiştir.

#### 3.2.9.2. Bitkide Bakla Sayısı (adet/bitki)

Bitki üzerinde bulunan baklaların toplam sayısıdır. Deneme parsellerinde bulunan bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde her parselden tesadüfen alınan 10 adet bitkide ölçüm yapılmıştır.

**3.2.9.3. Bitkide Tane Sayısı (adet/bitki)**

Bir bitkiden elde edilen tanelerin sayılmasıyla elde edilen değerdir. Deneme parsellerinde bulunan bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde her parselden tesadüfen alınan 10 adet bitkide ölçüm yapılmıştır.

**3.2.9.4. 1000 Tane Ağırlığı (g)**

Her parselde 15.6 m<sup>2</sup>'lik alandan elde edilen dane ürününden 4 adet 100 tohum sayıldıktan sonra tartılmış, elde edilen toplam 4'e bölünüp 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır.

**3.2.9.5. Biyolojik Verim (kg/da)**

Hasat parsellerinden elde edilen bitkiler tartılmış, ardından elde edilen veriler dekara çevrilmiştir.

**3.2.9.6. Hasat İndeksi (%)**

Hasat parsellerinden elde edilen dane verimi, biomas verimine bölünerek 100 ile çarpılmıştır.

**3.2.9.7. Bitki Boyu (m)**

Toprak seviyesinden itibaren, bitkinin en ucundaki boğuma kadar olan mesafedir. Deneme parsellerinde bulunan bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde her parselden tesadüfen alınan 10 adet bitkide boy ölçümleri yapılmıştır.

**3.2.9.8. Yaprak Alan İndeksi (YAI)**

Her parselden örneklenen 1-3 bitkide yaprak alanı ölçümleri, taşınabilir yaprak alan ölçer (Model LI 3000A, LI-COR Inc., Lincoln NE) ile yapılmıştır. Elde edilen yaprak

alanlarının toplamı, alınan bitkilerin temsil ettiği alana oranlanarak yaprak alan indeksleri hesaplanmıştır (Mitchell, 1970).

### **3.2.9.9. Yağ Oranı ve Verimi**

Her parselde 15.6 m<sup>2</sup>'lik alandan hasat edilen bitkilerden elde edilen tohum örneklerinin yağ oranı, Soxhlet cihazı ile Ekstraksiyon yöntemi temel alınarak belirlenmiştir (Kadaster 1960, Pomeranz ve Clifton 1994).

### **3.2.9.10. Protein Oranı ve Verimi**

Her parselde 15.6 m<sup>2</sup>'lik alandan hasat edilen bitkilerden elde edilen tohum örneklerinin protein oranları, Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Ivanov 1974).

### **3.2.10. Verilerin Değerlendirilmesi**

Araştırma sonucunda, konulara göre elde edilen veriler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre iki yıl ayrı ayrı ve birleştirilmiş olarak varyans analizine tabii tutulmuş ve deneme konularına ait ortalama değerler önemlilik düzeylerine göre LSD testi ile gruplandırılmıştır (Steel ve Torrie 1980, Turan 1995). Bu işlemler, sırasıyla MINITAB (Texas Üniversitesi, Austin) ve MSTAT-C (Michigan Devlet Üniversitesi) paket programlarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Önemlilik testlerinde 0.01 ve 0.05, farklı grupların belirlenmesinde ise 0.05 olasılık düzeyleri kullanılmıştır.



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Gelişme Dönemleri

Nova (MG IV) soya fasulyesi çeşidi araştırmanın ilk yılında 21.04.2005, ikinci yılında ise 03.05.2006 tarihlerinde ekilmiştir (Çizelge 4.1). Araştırmanın her iki yılında, ekimden yaklaşık iki hafta sonra çıkış gerçekleşmiştir. Beş boğumlu vejetatif gelişme dönemi (Şekil 4.1), araştırma yıllarında ekimden yaklaşık 45-50, çiçeklenme (Şekil 4.2) ardışık 24-25 gün sonra meydana gelmiştir. Çiçeklenmeden yaklaşık 16-18 gün sonra bakla oluşumu gözlenmiş (Şekil 4.3) ve bakla oluşumundan 17-19 gün sonra da tane gelişim dönemi başlamıştır. Araştırma yıllarında tane gelişimi dönemi (Şekil 4.4) ise yaklaşık 13-16 gün sürmüş ve olgunlaşma dönemine (Şekil 4.5) ulaşılmıştır. Araştırmada kullanılan çeşidin toplam gelişme dönemi yıllara göre sırasıyla 150 ve 152 gün olarak gerçekleşmiştir. Karam ve ark. (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, soya fasulyesi gelişme dönemini 138-140 gün olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.1. Bitki gelişme dönemleri

Fenolojik Dönemler	Yıl		YGS*	
	2005	2006	2005	2006
Ekim	21.04	03.05	111	123
Çıkış	06.05	19.05	126	139
Vejetatif	05.06	22.06	156	173
Çiçeklenme	30.06	16.07	181	197
Bakla Oluşumu	18.07	01.08	199	213
Tane Gelişimi	04.08	20.08	216	232
Olgunlaşma	20.08	02.09	232	245
Hasat	20.09	30.09	263	273

\* Julian takvimine göre gün sayısı



Şekil 4.1. Vejetatif gelişme dönemi



Şekil 4.2. Çiçeklenme dönemi



Şekil 4.3. Bakla oluşum dönemi



Şekil 4.4. Tane gelişim dönemi



Şekil 4.5. Olgunlaşma dönemi

#### 4.2. Uygulanan Sulama Suyu Miktarı

Araştırma yıllarında deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 3.2 ve 3.3’de verilmiştir. Soya fasulyesinin sulanmasına, araştırmanın ilk yılında 13.06.2005 (ekimden 53 gün sonra), ikinci yılında ise 27.06.2006 (ekimden 55 gün sonra) tarihinde başlanmıştır. İlk yılda, ekimden hasata kadar yağış miktarı 155.8 mm, ikinci yılda ise 150.1 mm ölçülmüştür. Denemenin ilk yılında, çimlenme ve çıkış için gerekli nem miktarı doğal yağışlar ile karşılanmıştır (87.8 mm), ikinci yıl ise sulama programının başladığı tarihe kadar, yağmurla sulama yöntemiyle tüm deneme konularına 60.0 mm su uygulanmıştır.

Bitkinin gelişme dönemi boyunca, ilk yıl 11, ikinci yıl 10 sulama yapılmıştır. Denemenin ilk yılında, tam su uygulanan ve sulama yapılmayan S1 ve S14 konularına sırasıyla toplam 581.4 ve 0 mm, ikinci yıl ise 663.1 ve 60.0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Farklı gelişme dönemleri için kısıntılı sulama yapılan konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ise bu değerler arasında değişmiştir.

Sulamalara her iki deneme yılında da 5 boğumlu vejetatif gelişme döneminde başlanmıştır. İlk yıl, vejetatif dönemde 2, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerinin her birinde 3 sulama olmak üzere 11 sulama yapılmış; ikinci yıl ise ilk yıla göre tane gelişim döneminde bir eksik su uygulanarak 10 kez sulama yapılmıştır.

Çelik (1989), Tokat-Kozova koşullarında ağır bünyeli topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinin mevsimlik sulama suyu miktarını 823.8 mm olarak belirlemiş ve çimlenme ile ilk baklaların sararma dönemleri arasında, 0-90 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi %40'a düştüğünde 7 kez sulama yapılmasını önermiştir. Güler (1990), Amik ovasında, soya fasulyesinin su-verim ilişkileri üzerine yürüttüğü çalışmada, tüm gelişme dönemi boyunca su eksikliğinin olmadığı konuda (tam sulama konusu), iki yılın ortalaması olarak, 5 sulama uygulaması ile 394 mm sulama suyu uygulamıştır. Yazar ve ark. (1991), Harran Ovası koşullarında, II. ürün soya fasulyesi sulamasında, farklı sulama aralıklarında ve farklı açık su yüzeyi buharlaşma kabı katsayılarında, göllendirmeli karık sulama yöntemiyle yaptıkları bir araştırmada, sulama suyu miktarını ilk yıl 478.0-1056.0 mm arasında, ikinci yıl 453.0 - 805.0 mm arasında bulmuşlardır. Karam ve ark. (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da yürüttükleri çalışmada, toplam gelişme dönemi boyunca araştırma yılları ortalama sulama suyu miktarını tam sulanan konuda 814.1 mm olarak bulmuşlardır. Yukarıda verilen sonuçlar ile bu çalışmada belirlenen sonuçlar arasında farklılık bulunmaktadır. Bu farklılığa iklimsel etmenler ve sulama programlarındaki farklılıkların neden olduğu söylenebilir.

Evett ve ark. (2000), Bushland-Texas koşullarında, killi-tınlı topraklarda, damla sulama yöntemiyle 7 günde bir sulanan soya fasulyesine uygulanan toplam sulama suyu miktarının 671-570 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yazar ve ark. (1990), Çukurova koşullarında yağmurlama sulamayla sulanan soya fasulyesinin toplam sulama suyu miktarının 610.5-107.0 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile yukarıda değinilen çalışmalardan elde edilen sulama suyu miktarı sonuçları arasında paralellik bulunmaktadır.

Çizelge 4.2. Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları (2005 yılı, mm)

Sulama Tarihi	Gelişme Dönemi	Deneme Konusu													
		S1 <sub>(III)</sub>	S2 <sub>(75III)</sub>	S3 <sub>(50III)</sub>	S4 <sub>(25III)</sub>	S5 <sub>(175II)</sub>	S6 <sub>(150II)</sub>	S7 <sub>(125II)</sub>	S8 <sub>(1175I)</sub>	S9 <sub>(1150I)</sub>	S10 <sub>(1125I)</sub>	S11 <sub>(11175)</sub>	S12 <sub>(11150)</sub>	S13 <sub>(25III)</sub>	S14 <sub>(0000)</sub>
21.04.2005	Çimlenme ve Çıkış	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02.05.2005		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09.05.2005		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.05.2005		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.05.2005		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.06.2005		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.06.2005	Vejetatif	104.5	78.3	52.2	26.1	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	-
22.06.2005		36.5	27.4	18.3	9.1	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	-
29.06.2005	Çiçeklenme	34.3	34.3	34.3	34.3	25.7	17.2	8.6	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	-
07.07.2005		42.8	42.8	42.8	42.8	32.1	21.4	10.7	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	-
12.07.2005		30.8	30.8	30.8	30.8	23.1	15.4	7.7	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	-
19.07.2005	Bakla Oluşumu	49.6	49.6	49.6	49.6	49.6	49.6	49.6	37.2	24.8	12.4	49.6	49.6	49.6	-
27.07.2005		63.2	63.2	63.2	63.2	63.2	63.2	63.2	47.4	31.6	15.8	63.2	63.2	63.2	-
02.08.2005		52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	39.6	26.4	13.2	52.8	52.8	52.8	-
09.08.2005	Tane Gelişimi	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	44.2	29.5	14.7	-
17.08.2005		62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	46.8	31.2	15.6	-
23.08.2005		45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	34.2	22.8	11.4	-
	Toplam	581.4	546.1	510.9	475.6	554.4	527.5	500.5	540.0	498.6	457.2	539.7	498.0	456.2	0.0

Çizelge 4.3. Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları (2006 yılı, mm)

Sulama Tarihi	Gelişme Dönemi	Deneme Konusu													
		S1 <sub>(III)</sub>	S2 <sub>(75III)</sub>	S3 <sub>(50III)</sub>	S4 <sub>(25III)</sub>	S5 <sub>(175II)</sub>	S6 <sub>(150II)</sub>	S7 <sub>(125II)</sub>	S8 <sub>(1175I)</sub>	S9 <sub>(1150I)</sub>	S10 <sub>(1125I)</sub>	S11 <sub>(11175)</sub>	S12 <sub>(11150)</sub>	S13 <sub>(25III)</sub>	S14 <sub>(0000)</sub>
03.05.2006	Çimlenme ve Çıkış	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
15.05.2006		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
22.05.2006		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
29.05.2006		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
06.06.2006		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.06.2006		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.06.2006	Vejetatif	122.9	92.1	61.4	30.7	122.9	122.9	122.9	122.9	122.9	122.9	122.9	122.9	122.9	-
04.07.2006		37.0	27.8	18.5	9.3	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	-
11.07.2006	Çiçeklenme	47.3	47.3	47.3	47.3	35.4	23.6	11.8	47.3	47.3	47.3	47.3	47.3	47.3	-
18.07.2006		50.6	50.6	50.6	50.6	37.9	25.3	12.6	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6	-
25.07.2006		59.2	59.2	59.2	59.2	44.4	29.6	14.8	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	-
01.08.2006	Bakla Oluşumu	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	45.4	30.3	15.1	60.6	60.6	60.6	-
08.08.2006		60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	45.2	30.1	15.1	60.2	60.2	60.2	-
15.08.2006		57.4	57.4	57.4	57.4	57.4	57.4	57.4	43.1	28.7	14.4	57.4	57.4	57.4	-
22.08.2006	Tane	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	41.2	27.5	13.7	-
29.08.2006	Gelişimi	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	39.6	26.4	13.2	-
	Toplam	663.1	623.1	583.1	543.2	623.7	584.5	545.2	618.6	574.0	529.5	636.0	609.1	582.1	60.0

### 4.3. Bitki Su Tüketimi

Deneme konularından yıllara göre belirlenen soya fasulyesi aylık ve mevsimlik su tüketimi değerleri Çizelge 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

Mevsimlik su tüketimi değerleri ele alınan sulama konularına ve denemenin yürütüldüğü yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Tam su uygulanan S1 sulama konusunda soya fasulyesinin mevsimlik su tüketimi, 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 795.2 ve 822.5 mm, sulama yapılmayan S14 konusunda ise araştırma yıllarında sırasıyla 367.1 ve 342.1 mm olarak belirlenmiştir. S1 ve S14 konularından elde edilen, deneme yılları ortalama mevsimlik su tüketimi değerleri ise sırasıyla 808.9 ve 354.6 mm olarak bulunmuştur. Farklı gelişme dönemleri için kısıntılı sulama yapılan konularda mevsimlik su tüketimleri ise bu değerler arasında değişmiştir.

Soya fasulyesinin mevsimlik su tüketiminin Scott ve Aldrich (1970) 350-750 mm arasında değiştiğini, Doorenbos ve Kassam (1979), iklim ve gelişme dönemi uzunluğuna bağlı olarak tüketimin 450-700 mm arasında olduğunu, Korukçu ve Evsahibioğlu (1981), 450-700 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Soya bitkisinin su tüketimi ile ilgili çok sayıda araştırma sonucunu özetleyen Kanamasu (1979), optimum verim için mevsimlik su tüketimi değerinin 380-730 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çelik (1989), Tokat-Kozova koşullarında yetiştirilen soya fasulyesinin mevsimlik su tüketiminin 1049.2 mm, Bayrak (1989), Bafra Ovası koşullarında yetiştirilen soyanın 762.2 mm, Evett ve ark. (2000), Bushland-Texas koşullarında damla yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde 905 mm, Karam ve ark. (2005), Lübnan koşullarında damla yöntemiyle sulanan soyada 686 mm olduğunu belirtmişlerdir. Yukarıda verilen su tüketimi sonuçları ile bu çalışmada belirlenen su tüketimi arasında paralellik bulunmaktadır.

Hobbs ve Muendel (1983), soyanın mevsimlik su tüketimini belirlemek amacıyla yürüttükleri tarla denemelerinde, su tüketimin 426-482 mm arasında değiştiğini, Derviş ve Özel (1987), Çukurova koşullarında buğdaydan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen soya fasulyesinde tüketimin 501 mm olduğunu, Özkara (1991), İzmir-Menemen



koşullarında yetiştirilen ikinci ürün soya fasulyesinde 444.9 mm, Güler (1990), Amik Ovası koşullarında 396 mm olduğunu belirtmişlerdir. Farklı iklim koşullarında yürütülen denemelerden belirlenerek yukarıda verilen su tüketimlerinin çalışmada belirlenen su tüketiminden genelde küçük olduğu belirlenmiştir. Aynı bitkinin farklı iklimlerdeki ve bölgelerdeki mevsimlik su tüketimleri farklı olmaktadır. Bu farklılığa iklimsel faktörler, bitki çeşidi, toprak özellikleri, sulama programlarındaki ve yöntemlerindeki farklılıkların neden olduğu söylenebilir (Baştuğ 1987).

Çizelge 4.4 ve 4.5 incelendiğinde, aylık bitki su tüketimi değerlerinin, sulama dönemi öncesi aylarda benzer değerler aldığı görülmektedir. Farklılık, sulama uygulamaları ile başlamıştır. Aylık en yüksek su tüketimi, her iki deneme yılında tam sulama konusunda (S1) ve Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Ashley (1983), soya fasulyesi sulama suyu gereksiniminin en yüksek olduğu dönemin, Temmuz-Ağustos ayları olduğunu, Güler (1990), en yüksek aylık su tüketiminin 185.5 mm ile Ağustos ayında meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.4. Deneme konularından elde edilen aylık ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (2005 yılı, mm)

Konular	Aylar						Mevsimlik Bitki Su Tüketimi
	Nisan <sup>1</sup>	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül <sup>2</sup>	
S1 <sub>(III)</sub>	20.7	83.4	119.0	219.5	244.3	108.3	795.2
S2 <sub>(75III)</sub>	18.9	79.8	109.9	213.5	234.7	97.8	754.6
S3 <sub>(50III)</sub>	21.6	75.3	87.5	207.7	233.4	101.3	726.8
S4 <sub>(25III)</sub>	20.3	78.7	82.3	201.0	208.3	92.4	683.0
S5 <sub>(175II)</sub>	22.5	89.3	123.0	201.2	211.3	97.0	744.3
S6 <sub>(150II)</sub>	17.6	85.0	105.7	171.2	217.9	93.4	690.8
S7 <sub>(125II)</sub>	19.8	74.5	101.8	153.9	219.2	91.4	660.6
S8 <sub>(1175I)</sub>	24.3	72.5	115.2	199.5	232.3	100.7	744.5
S9 <sub>(1150I)</sub>	17.6	63.9	122.8	178.2	217.6	100.1	700.2
S10 <sub>(1125I)</sub>	17.7	62.6	109.2	169.5	197.0	98.4	654.4
S11 <sub>(11175)</sub>	18.5	69.9	126.0	213.8	214.8	98.6	741.6
S12 <sub>(11150)</sub>	22.1	79.5	124.5	203.7	181.3	96.7	707.8
S13 <sub>(11125)</sub>	16.7	66.2	118.9	218.6	147.0	93.2	660.6
S14 <sub>(0000)</sub>	19.4	82.1	90.2	89.6	62.6	23.2	367.1

<sup>1</sup> 21-30 Nisan

<sup>2</sup> 20-30 Eylül

Çizelge 4.5. Deneme konularından elde edilen aylık ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (2006 Yılı, mm)

Konular	Aylar					Mevsimlik Bitki Su Tüketimi
	Mayıs <sup>1</sup>	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
S1 <sub>(III)</sub>	62.8	102.7	229.5	248.7	178.8	822.5
S2 <sub>(75III)</sub>	57.0	91.4	205.7	246.3	177.1	777.5
S3 <sub>(50III)</sub>	55.8	85.0	176.2	254.4	187.3	758.7
S4 <sub>(25III)</sub>	48.3	78.1	156.5	249.4	181.4	713.7
S5 <sub>(175II)</sub>	55.9	110.5	203.7	230.8	166.4	767.3
S6 <sub>(150II)</sub>	54.3	85.7	181.1	216.8	195.6	733.5
S7 <sub>(125II)</sub>	68.7	101.1	156.7	203.9	159.7	690.1
S8 <sub>(1175I)</sub>	62.5	81.3	229.7	222.4	182.0	777.9
S9 <sub>(1150I)</sub>	58.2	86.6	223.7	187.7	186.4	742.6
S10 <sub>(1125I)</sub>	47.6	81.1	203.9	158.3	181.8	672.7
S11 <sub>(11175)</sub>	62.7	92.4	208.9	243.3	177.8	785.1
S12 <sub>(11150)</sub>	53.9	102.2	219.1	227.4	154.2	756.8
S13 <sub>(11125)</sub>	58.6	101.5	201.5	218.3	151.0	730.9
S14 <sub>(1000)</sub>	65.1	78.2	85.8	71.4	41.6	342.1

<sup>1</sup> 03-31 Mayıs

Bitkinin günlük su tüketim değerleri, araştırmanın ilk yılında Nisan, ikinci yılında Mayıs ayından başlayarak artmıştır. Günlük su tüketim değeri, ilk yıl, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemi ile çakışan sırasıyla Temmuz ayı sonu ile Ağustos ayında 7.1 ve 7.9 mm/gün; ikinci yılda da Ağustos ayında 8.0 mm/gün ile en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 4.6). Ashley (1983), soya fasulyesi veriminin, sulama suyu miktarı artışı ile kabul edilebilir üretime ulaşacağını bildirmiş ve bitki su tüketimi değerlerinin 5–8.4 mm/gün arasında değiştiğini belirtmiştir.

Hobbs ve Muendel (1983), soya fasulyesi su tüketiminin Temmuz sonu ile Ağustos ayı başlarında en yüksek değere (7.0 mm/gün) ulaştığını, Kanamasu (1979), en yüksek günlük su tüketimi değerinin 8–9 mm/gün olduğunu, Karam ve ark (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da bakla başlangıcı döneminde ortalama 9.2 mm/gün, Çelik (1989), Tokat-Kozova koşullarında günlük en yüksek su tüketiminin 11.6 mm olduğunu belirlemişlerdir. Yukarıdaki araştırmacılar tarafından belirlenen günlük bitki su tüketimi değerleri ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında farklılıklar vardır. Bu farklılıklar, iklim koşulları, bitki çeşidi ve toprak bünyesine bağlanabilir.

Çizelge 4.6. Araştırma yıllarında soya fasulyesinin tam sulama konusundaki aylara göre ortalama günlük su tüketimleri (mm)

Yıllar	Aylar					
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2005	2.3	2.7	4.0	7.1	7.9	5.4
2006	-	2.2	3.4	7.4	8.0	6.0

Çizelge 4.7’de verilen gelişme dönemlerine göre yığılımlı su tüketimi değerleri incelendiğinde, araştırmanın ilk yılında S1 konusunda (sulama sezonu boyunca bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı konu) soya fasulyesi bitkisinin çimlenme ve çıkış ile birlikte vejetatif dönemde su tüketimi 217.5 mm olarak ölçülmüştür. Vejetatif dönemi izleyen çiçeklenme döneminde ise bitki su tüketimi 126.6 mm bulunurken, bakla oluşum döneminde 175.5 mm, tane oluşum döneminde 167.2 mm ve tane gelişim dönemi sonundan hasada kadar 108.4 mm olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise soya fasulyesi gelişme dönemlerine göre bitki su tüketimi değerleri, çimlenme ve çıkış ile birlikte vejetatif dönemde 233.1 mm, çiçeklenme döneminde 170.5 mm, bakla oluşum döneminde 172.5 mm ve tane oluşum döneminde 152.1 mm olarak ölçülmüştür. Tane gelişim dönemi sonundan hasada kadarki dönemde ise bitki su tüketimi 94.3 mm olarak bulunmuştur.

Karam ve ark (2005), vejetatif gelişme esnasında birikimli su tüketimini 294 mm, ürün oluşum evrelerinde tam çiçeklenme ve bakla başlangıcı esnasında 170 mm, tam bakla döneminden olgunlaşma sonuna kadarki dönemde de 299 mm olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar ile araştırmadan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.7. Araştırma yıllarında farklı gelişme dönemlerine göre deneme konularından elde edilen yığılımlı bitki su tüketimi değerleri (mm)

Konular	Gelişme Dönemleri				Hasat
	Vejetatif	Çiçeklenme	Bakla Oluşumu	Tane Gelişimi	
2005					
S1 <sub>(III)</sub>	217.5	344.1	519.6	686.8	795.2
S2 <sub>(75III)</sub>	203.1	326.6	494.6	656.7	754.6
S3 <sub>(50III)</sub>	179.4	298.8	463.4	625.4	726.8
S4 <sub>(25III)</sub>	176.3	294.5	447.6	590.4	683.0
S5 <sub>(175II)</sub>	228.8	349.6	500.9	647.2	744.3
S6 <sub>(150II)</sub>	203.7	292.5	444.3	597.2	690.8
S7 <sub>(125II)</sub>	191.8	270.6	418.4	569.2	660.6
S8 <sub>(1175I)</sub>	206.8	332.8	472.9	643.7	744.5
S9 <sub>(1150I)</sub>	199.0	318.8	435.6	600.0	700.2
S10 <sub>(1125I)</sub>	184.6	314.5	387.3	556.1	654.4
S11 <sub>(11175)</sub>	209.0	331.7	503.5	642.9	741.6
S12 <sub>(11150)</sub>	221.5	334.9	501.6	611.0	707.8
S13 <sub>(11125)</sub>	195.8	326.4	496.2	567.4	660.6
S14 <sub>(1000)</sub>	188.6	248.4	303.5	343.9	367.1
2006					
S1 <sub>(III)</sub>	233.1	403.6	576.1	728.2	822.5
S2 <sub>(75III)</sub>	203.5	362.1	530.4	688.2	777.5
S3 <sub>(50III)</sub>	178.1	325.5	497.0	665.2	758.7
S4 <sub>(25III)</sub>	149.8	290.5	461.7	624.1	713.7
S5 <sub>(175II)</sub>	237.5	377.1	537.4	683.0	767.3
S6 <sub>(150II)</sub>	213.0	326.6	473.6	626.1	733.5
S7 <sub>(125II)</sub>	246.1	330.8	467.3	603.9	690.1
S8 <sub>(1175I)</sub>	216.3	381.5	526.9	682.8	777.9
S9 <sub>(1150I)</sub>	211.1	377.0	493.2	640.2	742.6
S10 <sub>(1125I)</sub>	184.6	340.3	430.6	571.8	672.7
S11 <sub>(11175)</sub>	216.3	371.0	548.1	689.5	785.1
S12 <sub>(11150)</sub>	225.6	383.1	556.0	665.6	756.8
S13 <sub>(11125)</sub>	225.6	369.1	539.9	642.3	730.9
S14 <sub>(1000)</sub>	175.1	231.8	283.3	318.2	342.1

#### 4.4. Verim ve Verim Bileşenleri

Bu bölümde, deneme konularından elde edilen tana verimi ve bazı verim bileşenlerine ilişkin sonuçlar verilmiş ve tartışılmıştır.

#### 4.4.1. Tane Verimi

Araştırmanın yürütüldüğü 2005 ve 2006 yıllarına ilişkin ve iki yıl birleştirilmiş soya fasulyesi tane verimi varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de, deneme konularında elde edilen tane verimleri ile LSD testine ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8.’den teksel deneme yıllarında ve iki yılın birleştirilmiş analizinde sulama konuları arasında %1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık saptanmıştır. Öte yandan, iki yılın birleştirilmiş analiz sonuçları yıllar arasındaki farklılığın %1 ve yıl x konu interaksyonunun ise %5 olasılık düzeylerinde önemli olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, araştırmada ele alınan sulama konuları arasında tane verimi yönünden incelemeye değer farklılıkların olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.9’da verilen LSD testi sonuçlarına göre, denemenin ilk yılında 7 grup oluşmuş, en yüksek tane veriminin elde edildiği S1 konusu birinci gruba girmiştir. Bununla birlikte, S2, S3, S4 ve S5 konuları da bu grupta yer almıştır. En düşük tane verimi ise son grubu oluşturan S14 konusundan elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında 9 grup oluşmuş, en yüksek tane verimi birinci grubu oluşturan S1 konusundan elde edilmiş ve bu konuyu S2 ve S3 konuları izlemiştir. İkinci yılda da, ilk yıla benzer biçimde en düşük tane verimi son grubu oluşturan S14 konusunda bulunmuştur. Deneme yılları birleştirilmiş LSD sonuçları ise ikinci yıl sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.9’dan izleneceği gibi, araştırmanın her iki yılında en yüksek tane verimi tam su uygulanan S1 konusunda sırasıyla 409.7 ve 391.0 kg/da, en düşük tane verimi ise sulama yapılmayan S14 konusunda 2005 yılında 180.0 kg/da ve 2006 yılında 214.9 kg/da bulunmuştur. Araştırma yılları ortalama tane verimi ise S1 ve S14 konularında sırasıyla 404.4 ve 197.4 kg/da olarak belirlenmiştir.

Evelt ve ark. (2000), Bushland-Texas koşullarında killi-tınlı topraklarda damla yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde en yüksek ortalama tane verimini tam sulama konusunda 383 kg/da olarak belirlemişlerdir. Kabalan (1998), Ashley ve Ethridge

(1978) ve Doss ve ark. (1974), en yüksek tane verimi değerlerinin 350-420 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Paltineanu ve ark. (1994), başka bir çalışmada, yağmurlama yöntemiyle sulanan soyada en yüksek tane verimini 401 kg/da olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada tam sulama koşulunda elde edilen tane verimleri yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Karam ve ark. (2005), yarı-kurak iklim koşullarına sahip Lübnan'da ortalama en yüksek tane verimini, lizimetreler kullanılarak 350 kg/da ve tam sulama yapılan konuda 320 kg/da olarak elde etmişlerdir. Güler (1990), Amik Ovası koşullarında en yüksek soya fasulyesi tane verimini 332 kg/da ile tam sulama yapılan konuda, en düşük verim değerini ise susuz konuda 54 kg/da olarak elde etmiştir. Yazar ve ark. (1991), Harran Ovası koşullarında, ikinci ürün soya fasulyesi sulamasında en yüksek tane verimini 263.9 kg/da, Özkara (1991), İzmir-Menemen koşullarında orta bünyeli topraklarda yetiştirilen ikinci ürün soya fasulyesi için en yüksek ortalama verim değerini 286.3 kg/da olduğunu bildirmişlerdir. Yukarıda sözü edilen denemeler sonucunda elde edilen tane verimleri bu çalışmada tam sulama konusundan elde edilen tane veriminden daha düşüktür. Buna yetiştirilen soya fasulyesi çeşidi, toprak, iklim, gelişme dönemi, sulama programlarındaki farklılıklar ve özellikle yukarıdaki çalışmaların ikinci ürüne yönelik olması neden gösterilebilir.

Araştırmada, en yüksek tane verimi tüm gelişme dönemi boyunca bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanmasından elde edilmiştir. Bitkinin suya en az duyarlı olduğu dönemin ise vejetatif gelişme dönemi (I. dönem) olduğu söylenebilir. Çizelge 4.9 incelendiğinde, dört gelişme döneminde de su kısıntısı arttıkça, tane veriminin azaldığı görülmüştür. Kısıntılı sulama düzeyinin %75 olduğu S4, S7, S10 ve S13 konularından elde edilen tane verimi sonuçlarına göre sulamaya en duyarlı dönem tane gelişim dönemidir (IV. dönem) ve bu dönemi sırasıyla bakla oluşumu (III. dönem), çiçeklenme (II. dönem) ve vejetatif dönem (I. dönem) izlemiştir. Araştırma yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçlarından, S4, S7, S10 ve S13 konularında elde edilen tane verimlerinde sırasıyla %5.1, %20.7, %22.7 ve %26.8 oranında azalma meydana geldiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.8. Tane verimi varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	2221.5**
Blok (Yıl)	2	4	13.6	173.6	93.6
Konu	13	13	10738.9**	6705.9**	17106.6**
Yıl x Konu	-	13	-	-	338.2*
Hata	26	52	217.0	110.6	163.8

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  düzeylerinde önemli

Soyanın farklı gelişme dönemlerinde, su stresi süresinin ve derecesinin verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmaların çoğunda, bakla oluşumu ve tane dolumu dönemlerinin su stresine en duyarlı dönemler olduğu belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam 1979, Meckel ve ark. 1984, Kadhem ve ark. 1985, Mederski ve ark. 1973). Boyer ve ark. (1980), tane bağlama ve dolumu sırasındaki su stresinin, tanelerin daha küçük olmasına ve dolayısıyla verimin azalmasına neden olacağını belirtmişlerdir. Chang (1983), su stresi nedeniyle verim azalmasının, en fazla tane oluşumu döneminde meydana geldiğini, bunu sırasıyla bakla bağlama ve çiçeklenme dönemlerinin izlediğini belirlemişlerdir. Vejetatif büyüme dönemindeki stresin verime etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Matson (1964), Brady ve ark. (1974) ve Ashley ve Ethridge (1978) ürün oluşum dönemlerinin su kısıntılarına vejetatif gelişme dönemlerinden daha duyarlı olduğunu görmüşlerdir. Shaw ve Lang (1966) su stresinin soya fasulyesi gelişimi üzerine etkilerinin, çiçeklenme ve bakla oluşum dönemlerinde en az düzeyde olduğunu fakat tam bakla ve tane oluşum dönemlerinde en yüksek düzeye çıktığını belirtmişlerdir. Momen ve ark. (1979), Huck ve ark. (1983), Cox ve Jolliff (1986) ve Foroud ve ark. (1993), bakla gelişimi ve tane oluşumu dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının tane verimini önemli düzeyde azaltırken, çiçeklenme dönemindeki kısıntının tane verimi üzerine az etkiye sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir.

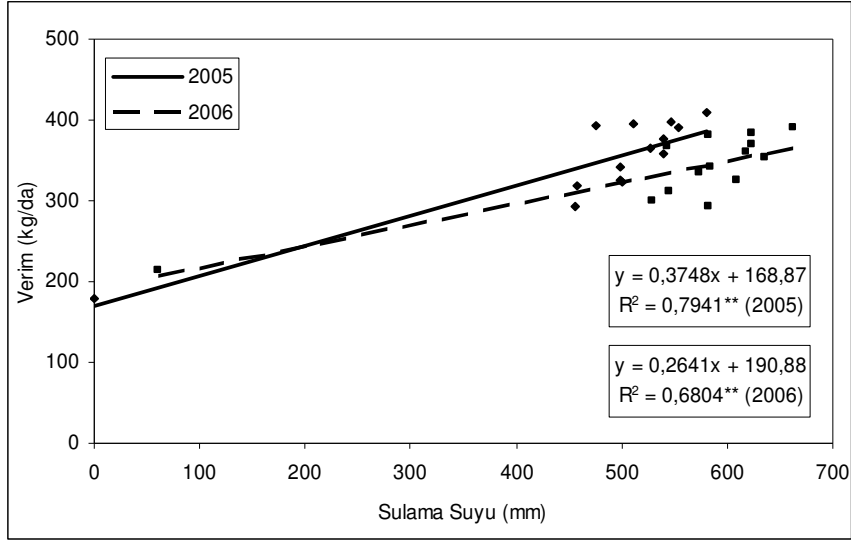
Çizelge 4.9. Tane verimi LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Tane Verimi (kg/da)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	409.7 a	391.0 a	400.4 a
S2 <sub>(75III)</sub>	398.5 ab	383.5 ab	391.0 ab
S3 <sub>(50III)</sub>	395.9 ab	382.0 ab	388.9 ab
S4 <sub>(25III)</sub>	392.2 ab	367.4 bc	379.8 bc
S5 <sub>(175II)</sub>	389.6 ab	369.0 bc	379.3 bc
S6 <sub>(150II)</sub>	364.0 cd	341.6 de	352.8 ef
S7 <sub>(125II)</sub>	323.6 e	311.3 fg	317.4 hı
S8 <sub>(1175I)</sub>	376.4 bc	361.1 c	368.7 cd
S9 <sub>(1150I)</sub>	342.3 de	334.8 e	338.5 fg
S10 <sub>(1125I)</sub>	319.7 e	299.2 gh	309.5 ı
S11 <sub>(11175)</sub>	357.7 cd	353.1 cd	355.4 de
S12 <sub>(11150)</sub>	326.7 e	324.6 ef	325.6 gh
S13 <sub>(11125)</sub>	293.8 f	292.5 h	293.2 j
S14 <sub>(0000)</sub>	180.0 g	214.9 ı	197.4 k
LSD(0.05)	24.72	17.65	14.83

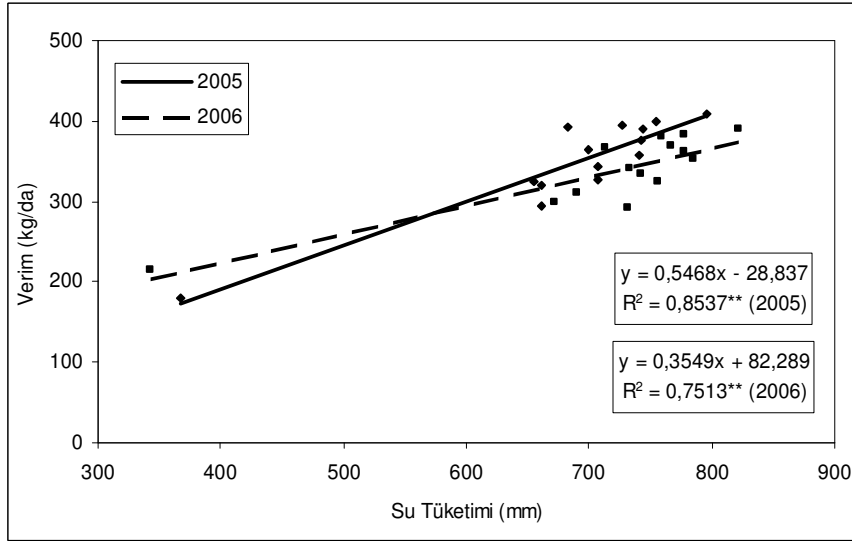
Araştırma yıllarına ait soya fasulyesi tane verimi-sulama suyu ve tane verimi-su tüketimi ilişkileri Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

Her iki yılda tane verimi ile gerek sulama suyu gerekse mevsimlik su tüketimi arasında %1 önem düzeyinde doğrusal ilişkiler olduğu bulunmuş, tane verimi ile sulama suyu arasında denemenin birinci yılında  $y = 0.3748x + 168.87$  ( $R^2 = 0.7941^{**}$ ), ikinci yılında ise  $y = 0.2641x + 190.88$  ( $R^2 = 0.6804^{**}$ ) eşitlikleri elde edilmiştir (Şekil 4.6). Tane verimi ile su tüketimi arasındaki ilişkiler incelendiğinde ise, araştırma yıllarına göre sırasıyla  $y = 0.5468x - 28.837$  ( $R^2 = 0.8537^{**}$ ) ve  $y = 0.3549x + 82.289$  ( $R^2 = 0.7513^{**}$ ) şeklinde doğrusal ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 4.7). Yazar ve ark. (1990), Çukurova koşullarında ve Tüzel ve ark. (1992), İzmir-Menemen koşullarında su-verim ilişkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda, tane verimi ile mevsimlik su tüketimi arasında %1 olasılık düzeyinde önemli doğrusal bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.





Şekil 4.6. Tane verimi ile sulama suyu ilişkisi



Şekil 4.7. Tane verimi ile su tüketimi ilişkisi

#### 4.4.2. Bitkide Bakla Sayısı

Bitkide bakla sayısına ilişkin araştırma yılları ve birleştirilmiş varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da, araştırmanın her iki yılında bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde belirlenen bitkide bakla sayılarına ilişkin ortalama değerler ve deneme yılları ile birleştirilmiş LSD testi sonuçları da Çizelge 4.11'de verilmiştir. Deneme yıllarında,

en yüksek bitkide bakla sayısı sırasıyla 59.4 adet/bitki ve 54.3 adet/bitki S1 konusunda, en düşük bakla sayısı ise yine her iki yıl için sırasıyla 23.0 ve 23.7 adet/bitki ile S14 konusunda bulunmuş ve diğer sulama konuları bu değerler arasında yer almıştır.

Deneme konularının, bitkide bakla sayısı üzerine etkisi, her iki yılda ve birleştirilmiş analizde  $P<0.01$  düzeyinde önemli olmuştur. Öte yandan, birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre bloklar etkileri de  $P<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.11'de verilen LSD testi sonuçlarına göre, araştırmanın her iki yılında da 5 farklı istatistiksel grup oluşmuştur. Her iki yılda, en yüksek bitkide bakla sayısının elde edildiği S1 konusu birinci gurubu oluştururken, en düşük bitkide bakla sayısı ise son gurubu oluşturan S14 (Susuz) konusundan elde edilmiştir. Araştırmanın ilk yılında, S2, S3, S5 ve S8 konuları birinci grupta yer almıştır. Denemenin ikinci yılında ise, S10, S12 ve S13 konuları dışındaki konular S1 konusu ile birlikte aynı istatistiksel gruba girmiştir. Deneme yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçları incelendiğinde ise en yüksek ve düşük bitkide bakla sayısı gruplarının, her iki deneme yılında olduğu gibi sırasıyla S1 ve S14 konularından oluştuğu görülmüştür. Bu değerlendirmelere göre, sulama uygulaması ile bitkide bakla sayısında artış olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde, her bir gelişme dönemi için uygulanan su kısıntısı düzeyi arttıkça (%75 su kısıntısı), özellikle tane gelişim döneminde (IV. dönem) bitkide bakla sayısında önemli azalmalar meydana gelmiştir. Birleştirilmiş LSD testi sonuçlarına göre, son dört gurubu oluşturan S13, S10, S12 ve S7 konularında bitkide bakla sayısında sırasıyla %34.8, %30.9, %26.4 ve %22.1 oranında azalışlar meydana gelmiştir. Bu sonuçlara göre, bitkide bakla sayısı için tane gelişim döneminin su stresine en duyarlı olduğu söylenebilir.

Ul-Huq ve Brown (1985), soyanın farklı büyüme dönemlerinde uyguladıkları 15 günlük su stresi sonucunda bakla sayısının çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane dolumu dönemleri için sırasıyla %19, 32 ve 42 oranlarında azaldığını bildirmişlerdir. Shaw ve Lang (1966) sırasıyla çiçeklenme, bakla gelişim ve tane oluşum dönemlerinde su stresi uygulandığında, tam sulama konusuna göre bitkide bakla sayısında önemli düzeyde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların bitkide bakla sayısına

ilişkin sonuçları ile bu çalışmada ortaya konan sonuçlar arasında paralellik bulunmaktadır.

Çizelge 4.10. Bitkide bakla sayısı varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	29.76
Blok (Yıl)	2	4	73.89	271.03	172.46**
Konu	13	13	258.47**	204.5**	453.57**
Yıl x Konu	-	13	-	-	9.40
Hata	26	52	42.61	49.58	46.09

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*\* : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11. Bitkide bakla sayısı LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Bitkide Bakla Sayısı (adet/bitki)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	59.4 a	54.3 a	56.9 a
S2 <sub>(75III)</sub>	52.4 abc	53.4 ab	52.9 abcd
S3 <sub>(50III)</sub>	52.1 abc	47.0 abcd	49.5 abcde
S4 <sub>(25III)</sub>	47.2 bcd	46.5 abcd	46.8 cdef
S5 <sub>(175II)</sub>	55.6 ab	52.1 ab	53.9 abc
S6 <sub>(150II)</sub>	47.2 bcd	44.3 abcd	45.8 def
S7 <sub>(125II)</sub>	45.5 bcd	43.1 abcd	44.3 efg
S8 <sub>(1175I)</sub>	56.0 ab	53.5 ab	54.8 ab
S9 <sub>(1150I)</sub>	47.7 bcd	47.7 abcd	47.7 bcde
S10 <sub>(1125I)</sub>	39.9 d	38.7 cd	39.3 fg
S11 <sub>(11175)</sub>	46.7 bcd	50.5 abc	48.6 bcde
S12 <sub>(11150)</sub>	41.7 cd	42.2 bcd	41.9 efg
S13 <sub>(11125)</sub>	36.9 d	37.3 d	37.1 g
S14 <sub>(0000)</sub>	23.0 e	23.7 e	23.4 h
LSD(0.05)	10.96	11.82	7.865

Oya ve ark. (2004), çiçeklenme başlangıcında oluşan su stresinin bitki başına bakla sayısını azalttığını belirtmişlerdir. Sionit ve Kramer (1977), iki çeşit soya fasulyesi üzerinde yürüttükleri çalışmada, çiçeklenme başlangıcında yetersiz suya karşı çok etkilendiklerini ve tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında daha az bakla meydana geldiğini belirlemişlerdir. Yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile bu

çalışmanın bulguları arasında farklılık vardır. Bu farklılığa bitki çeşidi ile sulama programlarındaki farklılıkların neden olduğu söylenebilir.

#### 4.4.3. Bitkide Tane Sayısı

Bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları ve sulama konularından elde edilen bitkide tane verimi ortalama değerleri ile LSD testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.12 ve 4.13'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, deneme yıllarında, bitkide tane sayısı bakımından deneme konuları arasında %1, ikinci yılda bloklar arasında %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre de, bloklar ve deneme konuları arasında da %1 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir.

Denemenin her iki yılında, en yüksek bitkide tane sayısı sırasıyla 167.8 ve 151.1 adet/bitki ile tam su uygulanan S1 konusunda, en düşük bitkide tane sayısı ise 60.9 ve 63.6 adet/bitki ile sulama yapılmayan S14 konusunda elde edilmiştir. Bitkide tane sayısı LSD testi sonuçlarına göre, 2005 yılında, beş grup oluşurken, 2006 yılında dört grup meydana gelmiştir. İlk yıl, birinci grupta S1 konusu, en son grupta ise S14 konusu yer almıştır. S8, S5, S2 ve S3 konuları da S1 konusu ile aynı gruba girmiştir. İkinci yıl ise, ilk grupta S1, S2, S8 ve S5 konuları, en düşük grupta ise 2005 yılında olduğu gibi S14 konusu yer almıştır. Bu değerlendirmelere göre, soya fasulyesine toplam gelişme dönemi boyunca sulama suyu verilmemesi, diğer bir ifadeyle, topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan gerilime girmesi koşulunda, bitkide tane sayısında önemli düzeyde azalışlar olacağı söylenebilir. Tane gelişim dönemi (IV. dönem) dışında, üç farklı gelişme döneminin her birinde uygulanan %25 su kısıntısında (S2, S5, S8 konuları), benzer bitkide tane sayıları elde edilmiştir.

Çizelge 4.13 incelendiğinde, dört farklı gelişme döneminin her birinde en yüksek su kısıntısı uygulaması (%75 su kısıntısı), gelişme dönemlerinin kısıntılı sulamaya dayanıklılık düzeylerini belirginleştirmiştir. Birleştirilmiş verilerde LSD testi sonuçlarından, S4, S6, S7, S12, S10 ve S13 konularında elde edilen bitkide tane sayılarında sırasıyla %18.3, %19.2, %23.3, %26, %30.7 ve %36.1 oranlarında düşme

olduğu görülmektedir. Bu değerlendirmelere göre, soya fasulyesinin tane gelişim (IV. dönem) ve bakla oluşum (III. dönemi) dönemleri, bitkide tane sayısı yönünden suya en fazla duyarlılık göstermişlerdir. Çiçeklenme dönemi (II. dönem) ise su kısıntısına en fazla duyarlılık sıralamasında sözü edilen iki dönemden sonra gelmiştir. Çalışmada tane gelişim döneminin, yüksek düzeyde su kısıntısına vejetatif ya da ilk ürün oluşum dönemlerinden daha duyarlı olduğu gözlenmiştir.

Karam ve ark (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, çiçeklenme döneminde kısıntılı sulamanın tane sayısını önemli ölçüde azaltmadığını, tane gelişim döneminde tam sulanan konu ile karşılaştırıldığında %20 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, olgunlaşma başlangıcı dönemindeki kısıntılı sulamanın diğer gelişme dönemlerinden herhangi birinde uygulanan sulama kısıtından daha kazançlı olduğunu ve tane sayısında önemli azalmalara neden olmadığını vurgulamışlardır. Hodges ve Heatherly (1983), soya fasulyesinde çiçeklenme ve tane oluşumu dönemlerinde uygulanan su stresinin birim alanda üretilen tane sayısını azaltması nedeniyle verimi azalttığını belirtmişlerdir. Sözü edilen araştırmacıların belirttiği sonuçlarla bu çalışmada elde edilen sonuçlar uyum içindedir. Doss ve ark. (1974), Sionit ve Kramer (1977) ve Egli ve ark. (1983) vejetatif ya da ilk ürün oluşum dönemlerindeki su stresinin birim alan başına tane sayısını azalttığını belirtmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, bu araştırmacıların sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.12. Bitkide tane sayısı varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	281.4
Blok (Yıl)	2	4	755.4	2139.2*	1447.3**
Konu	13	13	2169.0**	1638.5**	3726.3**
YılxKonu	-	13	-	-	81.1
Hata	26	52	325.7	391.3	358.5

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  düzeylerinde önemli

Çizelge 4.13. Bitkide tane sayısı LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Bitkide Tane Verimi (adet/bitki)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	167.8 a	151.1 a	159.4 a
S2 <sub>(75III)</sub>	149.9 ab	149.6 a	149.7 abc
S3 <sub>(50III)</sub>	148.7 ab	133.2 abc	141.0 abcd
S4 <sub>(25III)</sub>	132.9 bc	127.5 abc	130.2 bcdef
S5 <sub>(175II)</sub>	152.5 ab	143.1 a	147.8 abc
S6 <sub>(150II)</sub>	132.7 bc	124.9 abc	128.8 cdef
S7 <sub>(125II)</sub>	124.7 bcd	119.6 abc	122.2 defg
S8 <sub>(175I)</sub>	153.8 ab	148.6 a	151.2 ab
S9 <sub>(150I)</sub>	131.2 bcd	131.5 abc	131.4 bcdef
S10 <sub>(125I)</sub>	111.6 cd	109.2 bc	110.4 fg
S11 <sub>(175)</sub>	128.7 bcd	139.9 ab	134.3 bcde
S12 <sub>(150)</sub>	117.3 cd	118.5 abc	117.9 efg
S13 <sub>(125)</sub>	101.2 d	102.3 c	101.8 g
S14 <sub>(0000)</sub>	60.9 e	63.6 d	62.20 h
LSD(0.05)	30.29	33.20	21.94

#### 4.4.4. 1000 Tane Ağırlığı

Araştırmanın yürütüldüğü 2005 ve 2006 yıllarında, 1000 tane ağırlığı bakımından, sulama konuları arasındaki farklılıkların düzeyini ve farklılık gösteren konuları belirlemek amacıyla yapılan araştırma yıllarına ve iki yılın birleştirilmiş verilerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de, konulara göre belirlenen 1000 tane ağırlıkları ile LSD testine ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.14’de verilen, araştırma yılları varyans analizi sonuçlarına göre, 1000 tane ağırlığı açısından bloklar arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır. Konular arasında, ilk yıl %5, ikinci yıl ise ilişki önemsiz olmuştur. Deneme yılları birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarından da, blokların 1000 tane ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu, ancak yıllar ve konular arasında %1 düzeyinde önemli bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4.15’den izleneceği gibi, araştırmanın her iki yılında da ortalama en yüksek 1000 tane ağırlığı toplam gelişme dönemi boyunca su ihtiyacının tam karşılandığı S1 konusunda (sırasıyla 137.3 g ve 134.9 g), en düşük 1000 tane ağırlığı ise çimlenme ve

çıkış dönemi dışında sulama yapılmayan S14 konusunda (sırasıyla 122.1 g ve 118.7 g) elde edilmiştir. Specht ve ark. (1989), Nebraska'da killi-tınlı-kum bünyeye sahip topraklarda yağmurlama yöntemiyle sulanan altı soya fasulyesi çeşidinin, üç sulama konusunda 100 tane ağırlığını denemenin ilk yılında 15.78–14.53 g ve ikinci yıl 15.00–14.65 g olarak hesaplamışlardır. Griffin ve ark. (1985), Güneybatı Louisiana'da, siltli-tın bünyeli toprağa ekilen soya fasulyesinde, tüm gelişme dönemi boyunca sulama yapılan konuda, 100 tane ağırlığının en yüksek değere ulaştığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.15'de verilen LSD testi sonuçlarına göre, 2005 yılında S1 konusu birinci grubu oluştururken, S7, S10, S11 ve S13 konuları dışındaki konularda aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En düşük 1000 tane ağırlığının belirlendiği S14 konusu ise son gurubu oluşturmuştur. Çalışmanın ikinci yılında, birinci yıla benzer şekilde en yüksek ve en düşük 1000 tane ağırlığı sırasıyla S1 ve S14 konularında bulunmuştur. Araştırma yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçlarına göre, altı grup oluşmuştur. Birinci guruba denemenin ilk yılında olduğu gibi S1 konusu girmiş, bu konuyu aynı grupta yer alan S2 ve S5 konuları izlemiştir. Bu değerlendirmelerden, göz önüne alınan dört farklı gelişme döneminin her birinde uygulanan düşük düzeyli (%25) kısıntılı sulamaya, soya fasulyesi bitkisinin vejetatif (I.dönem) ve çiçeklenme dönemlerinin (II. dönem), bakla oluşum (III. dönem) ve tane gelişim (IV. dönem) dönemlerinden daha dayanıklı olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.15 incelendiğinde, araştırma yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçlarından, S11, S12, S7, S10 ve S13 konularında elde edilen ortalama 1000 tane ağırlıklarında sırasıyla %7.2, %7.5, %7.9, %8.6 ve %9.4 oranlarında düşme olduğu belirlenmiştir. Gelişme dönemleri göz önüne alındığında, en düşük ortalama 1000 tane ağırlığı, tane gelişim döneminde (IV. dönem) %75 su kısıntısı uygulanan S13 konusunda bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, su kısıntısı düzeyi artışına en duyarlı dönemlerin, sırasıyla tane gelişim (IV. dönem) ve bakla oluşum dönemleri (III. dönem) olduğu söylenebilir.

Karam ve ark (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, çiçeklenme döneminde kısıntılı sulamanın tane ağırlığını önemli ölçüde azaltmadığını, tane oluşum

döneminde ise tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında %10 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Sionit ve Kramer (1977), iki çeşit soya fasulyesi üzerinde, farklı gelişme dönemlerinde kısıntılı sulamanın etkilerini incelemişler, bakla bağlama ve olgunlaşma dönemindeki su eksikliğinin hasatta tane ağırlığının azalmasına neden olduğun sonucunu elde etmişlerdir. Smiciklas ve ark. (1989) ve De Souza ve ark. (1997), soya fasulyesi tane dolun döneminde uygulanan su stresinin tane ağırlığını azalttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.14. 1000 Tane ağırlığı varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	1009.46**
Blok (Yıl)	2	4	24.77	4.03	14.40
Konu	13	13	56.03*	43.49	90.87**
Yıl x Konu	-	13	-	-	8.65
Hata	26	52	21.15	22.50	21.83

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  düzeylerinde önemli

Çizelge 4.15. 1000 Tane ağırlığı LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	1000 Tane Ağırlığı (g)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	137.3 a	134.9	136.1 a
S2 <sub>(75III)</sub>	136.8 ab	125.6	131.2 abc
S3 <sub>(50III)</sub>	133.5 abc	123.6	128.5 bcde
S4 <sub>(25III)</sub>	132.1 abc	123.8	127.9 bcde
S5 <sub>(175II)</sub>	136.3 ab	127.3	131.8 ab
S6 <sub>(150II)</sub>	132.4 abc	125.3	128.9 bcd
S7 <sub>(125II)</sub>	128.2 cd	122.4	125.3 def
S8 <sub>(1175I)</sub>	132.5 abc	123.9	128.2 bcde
S9 <sub>(1150I)</sub>	130.2 abc	123.9	127.0 bcde
S10 <sub>(1125I)</sub>	127.5 cd	121.3	124.4 def
S11 <sub>(11175)</sub>	129.4 bcd	123.2	126.3 cde
S12 <sub>(11150)</sub>	129.7 abcd	122.1	125.9 cde
S13 <sub>(11125)</sub>	126.0 cd	120.6	123.3 ef
S14 <sub>(0000)</sub>	122.1 d	118.7	120.4 f
LSD(0.05)	7.719	ns	5.413

ns: önemsiz



#### 4.4.5. Biyolojik Verim (Biomass)

Hasattaki biyolojik verime (biomass) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da, konulardan elde edilen ortalama biyolojik verim değerleri ile LSD testi sonuçları da Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16'dan görüldüğü gibi, sulama konuları arasındaki farklılık her iki deneme yılında ve iki yılın birleştirilmiş analizinde %1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Öte yandan birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre, yıllar da %1 olasılık düzeyinde farklılık göstermiştir. Önemli olduğu belirlenen farklılıklar sulama konuları arasında incelemeye değer varyasyonların olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.17'den ortalama değerler incelendiğinde, 2005 yılında sulama konularına göre biyolojik verimin 929.9-377.8 kg/da, 2006 yılında ise 857.9-434.9 kg/da arasında değiştiği görülebilir. Benzer bir çalışmada Taylor ve ark. (1982), sulama uygulamalarının soya fasulyesi bitkisinde biomassı arttırdığını belirtmişlerdir. Karam ve ark. (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, lizimetreler de ki bitkilerin ortalama 8.1 t/ha biomass ürettiğini, tam sulama yapılan deneme konusunda ise biomass değerinin ortalama 7.3 t/ha olduğunu bildirmişlerdir.

Deneme yıllarında, sulama konularında belirlenen biyolojik verim %99 güvenle farklı bulunmuştur. Bu nedenle, sulama konuları %5 düzeyinde yapılan LSD testine göre 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 8 ve 9 grup oluşturmuştur. Araştırma yılları birleştirilmiş varyans analizi sonuçları incelendiğinde de, yılların ve konuların biyolojik verim üzerine etkilerinin  $P < 0.01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuş ve LSD testine göre 12 grup meydana gelmiştir. Denemenin ilk yılında, en yüksek biyolojik verim gurubunu tam sulama konusu olan S1 konusu ve S2 konusu oluşturmuştur. Bu gurubu, S3, S4 ve S5 konularının oluşturduğu ikinci grup izlemiştir. Sulama dönemi boyunca su uygulaması yapılmayan S14 konusu ise son grupta yer almıştır. İkinci yılda, en yüksek biyolojik verim gurubunda ise S1 ve S2 konuları yer almıştır. Bu gurubu, S3, S5 ve S8 konularının yer aldığı ikinci grup izlemiştir. Son gurubu ilk yılda olduğu gibi S14 konusu oluşturmuştur.

Bu değerlendirmelere göre, her iki yılda da, vejetatif dönem (I. dönem) kısıntılı sulama konularının (S2, S3 ve S4 konuları) ilk beş grupta yer aldığı söylenbilir. Buna göre, vejetatif dönem (I. dönem), soya fasulyesi biyolojik verim sonuçları dikkate alındığında kısıntılı sulamayla oluşan su stresine en dayanaklı dönemdir. Çizelge 4.17’de verilen, araştırma yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçları incelendiğinde, S7, S10 ve S13 konularından elde edilen biyolojik verim değerleri, tam sulama konusuyla (S1) karşılaştırıldığında sırasıyla %24.2, %24.7 ve %30.5 oranında düşme olduğu görülmüştür. Adı geçen konular, tüm gelişme dönemi boyunca yalnızca çiçeklenme döneminde (II. dönem) %75 (S7), yalnızca bakla oluşumu döneminde (III. dönem) %75 (S10) ve yalnızca tane gelişim döneminde (IV. dönem) %75 (S13) su kısıntısı uygulanan konulardır. Bu sonuçlara göre, biyolojik verim dikkate alındığında su kısıntı düzeyi artışından kaynaklanan su stresine en duyarlı dönem tane gelişim (IV. dönem) dönemidir.

Karam ve ark. (2005), soya fasulyesi çiçeklenme döneminde uygulanan kısıntılı sulamanın, tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında biomas değerini %16, tane oluşum döneminde ise %6 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Sözü edilen araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile bu çalışmada bulunan sonuçlar arasında farklılıklar vardır. Buna iklim ve sulama programlarında ki farkın neden olduğu söylenbilir.

Çizelge 4.16. Biyolojik verim varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	32546**
Blok (Yıl)	2	4	3847	1576	2721
Konu	13	13	52839**	35416**	86360**
YılxKonu	-	13	-	-	1896
Hata	26	52	1461	697	1079

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*\* : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.17. Biyolojik verim LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Biyolojik Verim (kg/da)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	927.9 a	857.9 a	892.9 a
S2 <sub>(75III)</sub>	866.3 ab	846.2 a	856.3 ab
S3 <sub>(50III)</sub>	855.0 bc	794.9 b	825.0 bc
S4 <sub>(25III)</sub>	814.4 bcd	749.4 cde	781.9 def
S5 <sub>(175II)</sub>	816.1 bcd	792.8 bc	804.4 cd
S6 <sub>(150II)</sub>	783.2 de	708.1 ef	745.6 fgh
S7 <sub>(125II)</sub>	698.4 f	655.1 gh	676.7 ij
S8 <sub>(1175I)</sub>	797.4 cd	775.5 bcd	786.4 de
S9 <sub>(1150I)</sub>	725.1 ef	698.6 fg	711.9 hi
S10 <sub>(1125I)</sub>	701.8 f	643.6 h	672.7 j
S11 <sub>(11175)</sub>	789.0 de	734.5 def	761.7 efg
S12 <sub>(11150)</sub>	768.6 de	691.4 fg	730.0 gh
S13 <sub>(11125)</sub>	627.3 g	614.2 h	620.7 k
S14 <sub>(0000)</sub>	377.8 h	434.9 i	406.3 l
LSD(0.05)	64.15	44.31	38.06

#### 4.4.6. Hasat İndeksi

Sulama konularına göre elde edilen soya fasulyesi tane verimi değerlerinin biomas verimi değerlerine oranlanması ile belirlenen hasat indeksi varyans analizi sonuçları ve konulara göre hasat indeksi ortalama değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.18 ve 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.18'den görüldüğü gibi, sulama konuları arasındaki farklılık deneme yıllarında %5 ( $P<0.05$ ) olasılık düzeyinde, birleştirilmiş verilerin analizinde ise %1 ( $P<0.01$ ) olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Blok etkileri 2005 deneme yılında ve birleştirilmiş analizde %5 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır. Birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre, yıllar da %1 olasılık düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.19'dan izleneceği gibi, 2005 yılında sulama konularında hasat indeksi %48.2-%42.5 arasında, 2006 yılında ise %49.4-%45.3 arasında değişmiştir. Konulara göre araştırma yılları ortalama soya fasulyesi hasat indeksi değerleri de %48.6-%44.7 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.18. Hasat indeksi varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	25.449**
Blok (Yıl)	2	4	11.692*	0.551	6.122*
Konu	13	13	6.916*	4.286*	8.157**
Yıl x Konu	-	13	-	-	3.044
Hata	26	52	3.071	1.675	2.373

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  düzeylerinde önemli

Çizelge 4.19’da verilen LSD testi sonuçlarına göre, araştırmanın ilk yılında üç grup oluşmuş ve iki sulama konusu hariç (S1 ve S12) diğerleri “a” grubuna girmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise S14 konusu birinci guruba girmiş, bu gurubu S4 konusundan oluşan ikinci grup izlemiştir. Deneme yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçları incelendiğinde ise, birinci grupta S4 ve S14 konuları ile birlikte S3, S5, S6, S7, S8, S9 ve S13 konularının da yer aldığı görülür.

Yukarıdaki hasat indeksi ile ilgili değerlendirme sonuçlarına göre, yalnızca sulama sezonu boyunca su uygulaması yapılmayan S14 konusu, hem araştırma yılları hem de birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında birinci grupta yer almıştır. S14 konusunda, deneme yılları ortalama hasat indeksi değeri %48.6 olarak bulunmuştur. Tam sulama konusu olan S1 konusu ise %44.9 hasat indeksi ile araştırma yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında son grupta yer almıştır. Bu değerlendirmeye göre, sulama uygulaması ile hasat indeksi değerinin düştüğü söylenebilir. Spaeth ve ark. (1984), hasat indeksinin, toprak su içeriği ve güneşlenme süresindeki değişimlere bağlı kalan bitkinin değişmez bir özelliği olduğunu bildirmişlerdir. Pedersen ve Lauer (2004), yakın geçmişte yürüttükleri bir çalışmada, sulamanın hasat indeksini ortalama %2 oranında azalttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.19. Hasat indeksi LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Hasat İndeksi (%)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	44.2 bc	45.6 de	44.9 d
S2 <sub>(75III)</sub>	46.0 ab	45.3 e	45.7 cd
S3 <sub>(50III)</sub>	46.3 ab	48.1 abc	47.2 abc
S4 <sub>(25III)</sub>	48.2 a	49.1 ab	48.6 a
S5 <sub>(175II)</sub>	47.7 a	46.6 cde	47.2 abc
S6 <sub>(150II)</sub>	46.6 ab	48.3 abc	47.5 ab
S7 <sub>(125II)</sub>	46.5 ab	47.5 abcd	47.0 abc
S8 <sub>(1175I)</sub>	47.2 a	46.6 cde	46.9 abc
S9 <sub>(1150I)</sub>	47.3 a	47.9 abc	47.6 ab
S10 <sub>(1125I)</sub>	45.6 ab	46.5 cde	46.1 bcd
S11 <sub>(11175)</sub>	45.4 abc	48.1 abc	46.7 bc
S12 <sub>(11150)</sub>	42.5 c	47.0 bcde	44.7 d
S13 <sub>(11125)</sub>	46.9 ab	47.6 abcd	47.3 abc
S14 <sub>(0000)</sub>	47.8 a	49.4 a	48.6 a
LSD(0.05)	2.941	2.172	1.785

#### 4.4.7. Bitki Boyu

Bitki boyuna ilişkin araştırma yılları ve birleştirilmiş varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20’de, araştırmanın her iki yılında bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde ölçülen bitki boylarına ilişkin ortalama değerler ve deneme yılları ile birleştirilmiş LSD testi sonuçları da Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları, bloklar arasında her iki yılda da önemli düzeyde farklılığın olmadığını, deneme konuları arasında ise  $P < 0.01$  düzeyinde önemli farklar bulunduğunu göstermiştir. Araştırma yılları birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre de, bloklar arasında %5 ve deneme konuları arasında %1 olasılık düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Deneme yıllarına ait en yüksek bitki boyu sırasıyla 97.7 cm ve 98.8 cm ile S1 konusunda, en düşük bitki boyu ise yine her iki yıl için sırasıyla 65.7 cm ve 64.0 cm ile S14 konusunda bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Specht ve ark. (1989), Nebraska'da killi-tınlı-kum bünyeye sahip topraklarda yağmurlama yöntemiyle sulanan altı soya fasulyesi çeşidinde, ilk yılda, bitki boyunu deneme konularına göre 92.5–66.9 cm arasında, ikinci yılda 81.2–66.1 cm arasında ölçmüşlerdir. Brady ve ark. (1974), Korte ve ark. (1983) ve Kadhem ve ark. (1985) sulama uygulamalarının susuz koşul ile karşılaştırıldığında soya fasulyesi bitki boyunu oldukça arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.21'de verilen LSD testi sonuçlarına göre, her iki deneme yılında da 5 grup oluşmuş, en yüksek bitki boyunun elde edildiği S1 konusu birinci gurubu oluştururken, S2, S5, S6, S8, S9, S10, S11 ve S12 konuları da aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En düşük bitki boyu ise son gurubu oluşturan S14 konusundan elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında da gruplandırma hemen hemen ilk yıla benzer olmuştur. Deneme yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçları incelendiğinde ise en yüksek ve düşük bitki boyu gruplarının, her iki deneme yılında olduğu gibi sırasıyla S1 ve S14 konularından oluştuğu görülmüştür. Birinci grubu S1 ile birlikte S2, S5, S8, S9 ve S11 konuları oluşturmuştur.

Bu değerlendirme sonuçlarına göre sulama ile soya fasulyesi bitki boyu artmaktadır. Sulama sezonu boyunca tam su uygulamasıyla en yüksek bitki boyuna ulaşılacağı söylenebilir. Taylor ve ark. (1982), sulamanın bitki boyunu arttırdığını belirtmişlerdir. Momen ve ark. (1979)' na göre de, sınırlı miktarda toprak nemi tarla bitkilerinde bitki boyunu azaltmaktadır. Çizelge 4.21 incelendiğinde, dört gelişme dönemi için, her gelişme döneminde su kısıntısı arttığında, bitki boyu değerleri azalmıştır. Birleştirilmiş LSD testi sonuçlarına göre, çiçeklenme döneminde (II. dönem) %75 düzeyinde su kısıntısı yapılması (S7 konusu), bitki boyunu %22.3 düşürmüştür. S4, S13 ve S10 konularında elde edilen bitki boylarında da sırasıyla %17.0, %15.9 ve %13.7 oranında azalmalar meydana gelmiştir. Bu sonuçlar ışığında, bitki boyunun, çiçeklenme ve vejetatif gelişme döneminde yapılan su kısıntısına karşı diğer dönemlere oranla daha duyarlı olduğu söylenebilir. Bunun nedeni ise bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerinde soya fasulyesi bitkisinin vejetatif gelişmesini önemli düzeyde tamamlamasına bağlanabilir.

Çizelge 4.20. Bitki boyu varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	119.52
Blok (Yıl)	2	4	68.23	228.07	198.15*
Konu	13	13	212.94**	231.90**	403.85**
YılxKonu	-	13	-	-	40.99
Hata	26	52	72.50	56.31	64.41

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  düzeylerinde önemli

Çizelge 4.21. Bitki boyu LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Bitki Boyu (cm)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	97.7 a	98.8 a	98.2 a
S2 <sub>(75III)</sub>	86.6 abcd	93.9 abc	90.2 abc
S3 <sub>(50III)</sub>	82.5 bcd	90.9 abc	86.7 bc
S4 <sub>(25III)</sub>	76.1 de	86.9 abcd	81.5 cd
S5 <sub>(175II)</sub>	90.5 abc	87.7 abcd	89.1 abc
S6 <sub>(150II)</sub>	87.8 abcd	84.5 bcd	86.2 bc
S7 <sub>(125II)</sub>	76.6 cde	75.9 de	76.3 d
S8 <sub>(II75I)</sub>	94.7 ab	92.5 abc	93.6 ab
S9 <sub>(II50I)</sub>	87.9 abcd	92.1 abc	90.0 abc
S10 <sub>(II25I)</sub>	87.3 abcd	82.1 cd	84.7 bcd
S11 <sub>(III75)</sub>	90.6 abc	94.7 ab	92.6 ab
S12 <sub>(III50)</sub>	85.8 abcd	89.6 abc	87.7 bc
S13 <sub>(III25)</sub>	77.8 cde	87.4 abcd	82.6 cd
S14 <sub>(0000)</sub>	65.7 e	64.0 e	64.8 e
LSD(0.05)	14.29	12.59	9.298

#### 4.4.8. Yaprak Alan İndeksi

Araştırmada, tüm sulama konularında dört gelişme dönemi için yaprak alan indeksi değerleri (YAI) belirlenmiştir. Yaprak alan indeksine ait araştırma yılları ve birleştirilmiş varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Sulama konularına, soya fasulyesi gelişme dönemlerine ve konuxdönem interaksyonuna ilişkin LSD testi sonuçları da sırasıyla Çizelge 4.23, Çizelge 4.24 ve 4.25’de sunulmuştur.

Çizelge 4.22’de verilen YAI varyans analizi sonuçlarına göre, araştırmanın her iki yılında ve iki yıl birleştirilmiş sonuçlarda YAI değerleri açısından deneme konuları arasında  $P<0.01$  düzeyinde önemli farklılık olduğu görülmüştür. Bu farklılığın belirlendiği Çizelge 4.23’de verilen LSD testi sonuçlarına göre, denemenin ilk yılında S1 konusu ile birlikte S2, S4, S8, S9, S11, S12 ve S13 konuları birinci guruba girmiştir. Son grup ise S14 konusundan meydana gelmiştir. Denemenin ikinci yılında ise S11 konusu birinci gurubu oluşturmuş ve bu konuyu aynı grupta yer alan S1, S3, S2 ve S8 konuları izlemiştir. Son grup ise denemenin ilk yılında olduğu gibi S14 konusundan oluşmuştur. İki yıl birleştirilmiş sonuçlara göre de, birinci grup S1 ve S11 konularından oluşmuş, bu konuları aynı grupta yer alan S2, S12 ve S8 konuları izlemiştir. Son grupta ise araştırma yıllarında olduğu gibi S14 konusu yer almıştır.

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında, en yüksek YAI değerleri sırasıyla S1 (tam sulama konusu) ve S11 (tane gelişim döneminde %25 oranında kısıntılı sulama konusu) konularında sırasıyla 5.85 ve 5.66 olarak bulunurken, S2 ve S8 konuları da her iki deneme yılında bunlarla aynı istatistiksel gruba girmiştir. En düşük YAI değerleri ise her iki yılda S14 konusunda (susuz konu) sırasıyla 3.73 ve 3.52 olarak bulunmuştur. İki yılın birleştirilmiş verilerine göre de, en yüksek YAI değeri 5.73 ile denemenin ilk yılında olduğu gibi S1 konusunda, en düşük YAI değeri ise 3.62 ile araştırmanın her iki yılında olduğu gibi S14 konusunda elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Cox ve Jolliff (1986), Oregon koşullarında, yaprak alan indeksinin (YAI), tam sulama konusunda yıllara göre ortalama  $7.5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ’lik bir değere ulaştığını, sulama yapılmayan deneme konusunda ise  $2.0 \text{ m}^2/\text{m}^2$  olarak elde edildiğini bildirmişlerdir. Yukarıdaki araştırmacılar tarafından ileri sürülen sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar vardır. Bu farklılıklara bitki çeşidi, iklim faktörleri ve sulama programlarının neden olduğu söylenebilir.

Sözü edilen değerlendirme sonuçlarına göre, en yüksek YAI değerinin tüm gelişme dönemi boyunca tam su uygulaması ile tane gelişme dönemi (IV. dönem) boyunca %25 oranında su kısıntısı yapılması koşullarında elde edilebileceği söylenebilir. Ayrıca vejetatif dönem (I. dönem) ve bakla oluşum döneminde (III. dönem) %25 oranında su



kısıntısı da yüksek YAI değerleri vermiştir. Taylor ve ark. (1982), sulamanın yaprak alanını arttırdığını belirtmişlerdir. Çizelge 4.23 incelendiğinde, çiçeklenme döneminde (II. dönem) %50 ve 75 düzeyinde su kısıntısı yapılması (sırasıyla S6 ve S7 konuları) YAI değerinde önemli düzeyde azalmamalara neden olmuştur. Bu sonuçlara göre, YAI yönünden bitkinin topraktaki nem eksikliğine çiçeklenme döneminde (II. dönem) duyarlı; düşük düzeyde su kısıntısı yapılırsa tane gelişme döneminde (IV. dönem) dayanıklı olduğu söylenbilir.

Çizelge 4.22'den izleneceği gibi, araştırmanın her iki yılı ve birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarında YAI bakımından soya fasulyesi gelişme dönemleri arasında %1 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur.

Deneme yıllarına ait en yüksek YAI değerleri sırasıyla 6.63 ve 6.38 ile bakla oluşum döneminde (III. dönem), en düşük YAI değerleri ise yine her iki yıl için sırasıyla 3.57 ve 3.38 ile vejetatif dönemde (I. dönem) bulunmuştur. Deneme yılları birleştirilmiş verilerine göre de, en yüksek ve en düşük YAI değerleri, araştırma yıllarında olduğu gibi sırasıyla bakla oluşum (III. dönemi) ve vejetatif dönemde (I. dönem) sırasıyla 6.50 ve 3.47 olarak belirlenmiştir (izelge 3.24). Çizelge 4.24'de verilen LSD testi sonuçlarına göre, araştırmanın her iki yılında da en yüksek YAI değerlerinin bulunduğu bakla oluşum dönemi (III. dönem) birinci grupta yer almış, bu gurubu çiçeklenme döneminin (II. dönem) oluşturduğu ikinci grup ve tane gelişim döneminin (IV. dönem) oluşturduğu üçüncü grup izlemiştir. En düşük YAI değerlerinin bulunduğu vejetatif dönem (I. dönem) ise son grupta yer almıştır. Soya fasulyesi YAI, vejetatif dönemden (I. dönem) başlayarak bakla oluşum dönemi (III. dönem) sonuna kadar artış gösterirken, tane gelişim dönemi (IV. dönem) sonunda çiçeklenme dönemindeki (II. dönem) YAI değerinin altına dşmştir. Bu sonuçlara göre, tane gelişme dönemi (IV. dönem) sonunda bulunan YAI değerinin, bakla oluşum (III. dönem) ve çiçeklenme dönemi (II. dönem) sonunda elde edilen YAI değerlerinden düşük olması, soya fasulyesi bitkisinin olgunlaşma döneminde girişte yapraklarının bir bölümünü dökmüş olmasına bağlanabilir.

Çizelge 4.22’de verilen YAI varyans analizi sonuçlarına göre, araştırmanın her iki yılında ve iki yılın birleştirilmiş analizde, YAI yönünden konuxdönem interaksiyonunda %1 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur.

Konuxdönem interaksiyonu incelendiğinde, araştırmanın birinci yılında, S1, S2, S3, S4, S11, S12 ve S13 konularında bakla oluşum döneminde (III. Dönem) en yüksek YAI değerleri elde edilirken, diğer sulama konularında bu dönemin diğer dönemlerle aynı ya da daha düşük YAI değerleri verdiği görülmüştür. Bu durum göstermektedir ki; vejetatif dönem (I. dönem) ve tane gelişim dönemindeki (IV. dönem) su kısıntıları bakla oluşum dönemindeki (III. dönem) YAI değerlerini olumsuz yönde etkilememiştir. En düşük YAI değeri ise, S14 konusu için vejetatif dönemde (I. dönem) bulunmuştur. Araştırmanın ikinci yılında da hemen hemen ilk yıla benzer sonuçlar elde edilmiştir İki yılın birleştirilmiş verileri incelendiğinde ise, en yüksek YAI değeri ilk yılda olduğu gibi S12 sulama konusu için bakla gelişim döneminde 7.41; en düşük değer de araştırmanın her iki yılında olduğu gibi S14 sulama konusu için vejetatif dönemde (I. dönem) 2.81 bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Karam ve ark. (2005), tam sulama koşulları altında soya fasulyesi yaprak alan indeksinin (YAI) bakla başlangıcı döneminde (R3) en yüksek değere ( $8.5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) ulaştığını belirlemişlerdir. Yukarıdaki araştırmacılar tarafından elde edilen YAI sonucu ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar paraleldir. S12 sulama konusunda bakla oluşum dönemi (III. dönem) sonuna kadar tam su uygulanmıştır.

Bu değerlendirmeler ışığında, tane gelişim döneminde (IV. dönem) %50 su kısıntısı uygulanan S12 konusunda, bakla oluşumu dönemi (III. dönem) sonunda elde edilen YAI değerinin ve bununla birlikte S1, S2, S3, S4, S11 ve S13 konularının bakla oluşum döneminde (III. dönem) elde edilen YAI değerlerinin hem araştırma yılları hem de birleştirilmiş verilerin LSD testi sonuçlarında birinci grupta yer aldığı söylenebilir. İki yıl birleştirilmiş verilerden, son gurubu oluşturan sulama sezonu boyunca sulama yapılmayan S14 konusu vejetatif dönem (I. dönem) değerinin, S12 konusu bakla oluşum dönemi (III. dönem) değeriyle karşılaştırıldığında, %62.1 oranında düşük olduğu

görülmüştür. Bu oranın büyük olmasının nedeni ise YAI değerinin belirlendiği gelişme dönemlerinin farklı oluşuna bağlanabilir.

Çizelge 4.22. Yaprak alan indeksi varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	4.1716**
Blok (Yıl)	2	4	0.1734	0.0651	0.1193
Konu	13	13	3.7556**	3.9315**	7.5976**
Yıl x Konu	-	13	-	-	0.0895
Ana P.H.	26	52	0.1458	0.0675	0.1066
Dönem	3	3	75.3096**	71.9567**	147.2424**
KonuxDönem	39	39	0.6764**	0.6189**	1.2510**
Yıl x Dönem	-	3	-	-	0.0239
Yıl x KonuxDönem	-	39	-	-	0.0442
Alt P.H.	84	168	0.1406	0.0669	0.1037

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*\* : P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.23. Deneme konularına göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Yaprak Alan İndeksi		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	5.85 a	5.62 ab	5.73 a
S2 <sub>(75III)</sub>	5.71 abcd	5.53 abc	5.62 ab
S3 <sub>(50III)</sub>	5.50 bcde	5.57 ab	5.53 b
S4 <sub>(25III)</sub>	5.53 abcd	5.41 bcde	5.47 bc
S5 <sub>(175II)</sub>	5.41 de	5.25 ef	5.33 c
S6 <sub>(150II)</sub>	5.18 e	4.82 g	5.00 d
S7 <sub>(125II)</sub>	4.78 f	4.53 h	4.66 e
S8 <sub>(II75I)</sub>	5.64 abcd	5.48 abcd	5.56 ab
S9 <sub>(II50I)</sub>	5.68 abcd	5.31 def	5.49 bc
S10 <sub>(II25I)</sub>	5.48 cde	5.16 f	5.32 c
S11 <sub>(III75)</sub>	5.81 ab	5.66 a	5.73 a
S12 <sub>(III50)</sub>	5.77 abc	5.44 bcde	5.60 ab
S13 <sub>(III25)</sub>	5.70 abcd	5.34 cdef	5.52 b
S14 <sub>(0000)</sub>	3.73 g	3.52 ı	3.62 f
LSD(0.05)	0.1458	0.218	0.1891

Çizelge 4.24. Gelişme dönemlerine göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları

Gelişme Dönemleri	Yaprak Alan İndeksi		
	2005	2006	Birleştirilmiş
I	3.57 d	3.38 d	3.47 d
II	6.11 b	5.86 b	5.98 b
III	6.63 a	6.38 a	6.50 a
IV	5.34 c	5.14 c	5.24 c
LSD(0.05)	0.1627	0.1122	0.0981

Çizelge 4.25. Deneme konuları ve gelişme dönemi interaksiyonuna göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Gelişme Dönemleri	Yaprak Alan İndeksi		
		2005	2006	Birleştirilmiş
S1	I	3.69 yz	3.43 stu	3.56 tuv
	II	6.55 fghijk	6.35 de	6.45 def
	III	7.35 abc	7.10 a	7.23 ab
	IV	5.80 mnopqrs	5.59 hijk	5.70 hij
S2	I	3.60 yz	3.45 stu	3.52 tuv
	II	6.30 hijklmn	6.19 def	6.24 efg
	III	7.17 abcde	7.02 a	7.10 ab
	IV	5.76 mnopqrs	5.46 ijk	5.61 ijk
S3	I	3.50 yz	3.46 stu	3.48 tuv
	II	5.97 klmnopq	5.84 fghi	5.91 ghi
	III	7.13 abcdef	7.20 a	7.17 ab
	IV	5.38 rstuv	5.77 ghij	5.57 ijkl
S4	I	3.28 z[	3.25 tu	3.27 v
	II	5.97 klmnopq	5.89 fgh	5.93 ghi
	III	7.30 abc	7.02 a	7.16 ab
	IV	5.56 pqrst	5.48 hijk	5.52 jklm
S5	I	3.52 yz	3.47 stu	3.49 tuv
	II	6.08 jklmnop	5.89 fgh	5.99 gh
	III	6.36 hijklm	6.18 defg	6.27 efg
	IV	5.67 opqrst	5.46 ijk	5.57 ijkl
S6	I	3.66 yz	3.35 stu	3.50 tuv
	II	5.93 lmnopqr	5.39 jkl	5.66 hijk
	III	5.42 rstuv	5.39 jkl	5.32 klmno
	IV	5.72 nopqrs	5.31 klm	5.52 jklm
S7	I	3.59 yz	3.61 rst	3.60 tuv
	II	5.26 stuv	4.87 no	5.06 nopq
	III	4.91 vw	4.64 op	4.78 q
	IV	5.36 rstuv	5.02 lmno	5.19 mnop

Çizelge 4.25. Deneme konuları ve gelişme dönemi interaksiyonuna göre yaprak alan indeksi LSD testi sonuçları (Devamı)

Araştırma Konuları	Gelişme Dönemleri	Yaprak Alan İndeksi		
		2005	2006	Birleştirilmiş
S8	I	3.69 yz	3.40 stu	3.55 tuv
	II	6.29 hijklmn	6.44 cde	6.36 def
	III	7.01 bcdefg	6.80 abc	6.91 bc
	IV	5.57 qrst	5.26 klmn	5.42 jklmn
S9	I	3.85 yz	3.32 stu	3.59 tuv
	II	6.45 ghijkl	6.06 efg	6.25 efg
	III	6.88 cdefgh	6.55 bcd	6.72 cd
	IV	5.52 qrstu	5.32 kl	5.42 jklmn
S10	I	3.88 yz	3.19 u	3.54 tuv
	II	6.65 efghij	6.42 cde	6.53 def
	III	6.27 ijklmno	6.13 efg	6.20 fg
	IV	5.11 tuv	4.90 mno	5.00 opq
S11	I	3.71 yz	3.73 rs	3.72 st
	II	6.76 cdefghı	6.45 cde	6.60 cde
	III	7.29 abcd	7.10 a	7.20 ab
	IV	5.46 qrstuv	5.36 jkl	5.41 jklmn
S12	I	3.41 z[	3.33s tu	3.37 tuv
	II	6.59 efghij	6.25 def	6.42 def
	III	7.65 a	7.17 a	7.41 a
	IV	5.43 qrstuv	5.02 lmno	5.22 lmno
S13	I	3.66 yz	3.62 rst	3.64 stu
	II	6.69 defghı	6.09 efg	6.39 def
	III	7.52 ab	6.90 ab	7.21 ab
	IV	4.95 uvw	4.74 o	4.84 pq
S14	I	2.89 [	2.72 v	2.81 w
	II	4.08 xy	3.89 qr	3.98 s
	III	4.54 wx	4.24 pq	4.39 r
	IV	3.42 z[	3.21 tu	3.32 uv
LSD(0.05)		0.6088	0.42	0.367

#### 4.4.9. Yağ Oranı ve Verimi

Araştırmada incelenen kalite özelliklerinden biri olan yağ oranına ilişkin araştırma yılları ve iki yıl birleştirilmiş varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26'da, deneme yılları ve iki yıl birleştirilmiş LSD testi sonuçları da Çizelge 4.27de verilmiştir. Çizelge 4.26'dan görüldüğü gibi 2005 yılında yağ oranında konular arasındaki farklılık %1 düzeyinde önemli bulunurken, 2006 yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. İki

yılın birleştirilmiş verilerinde ise, yağ oranında yıllar arasında, konular arasında ve yıl x konu interaksiyonunda farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Yağ oranı varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	92.4001**
Blok (Yıl)	2	4	0.4974	0.8936	0.6955
Konu	13	13	5.8727**	0.8411*	5.4409**
Yıl x Konu	-	13	-	-	1.2729**
Hata	26	52	0.2930	0.3010	0.2970

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  düzeylerinde önemli

En yüksek yağ oranı, 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %22.1 ve %23.3 ile S1 konusundan (tam sulama yapılan konu) elde edilirken, en düşük yağ oranı ise yıllara göre sırasıyla %16.9 ve %21.3 ile S14 konusunda (susuz konu) elde edilmiştir (Çizelge 4.27). Bununla birlikte, Çizelge 4.27’de verilen araştırma yılları birleştirilmiş verilerinden, en yüksek ve en düşük yağ oranı değerleri, denemenin her iki yılında olduğu gibi sırasıyla S1 (%22.7) ve S14 (%19.1) konularında bulunmuştur.

Babaoğlu (2005), soya bitkisi tanesindeki yağ oranının ortalama %18-20 arasında değiştiğini belirtmiştir. Xiaobing ve ark. (2004) Kuzey doğu Çin’de yürüttükleri çalışmada, sulama ve gübre uygulamasıyla soya fasulyesi verimindeki büyük artış ile tohum yağ oranının arttığını belirlemişlerdir. Calpten (1986), Schoner ve Fehr (1979), Xu ve Zhang, (1995), benzer şekilde soya verimi ve yağ oranı arasında genellikle doğrusal bir ilişki olduğunu ve yüksek verim potansiyelinin yeterli toprak su içeriği ve gübre koşullarında elde edildiğini gözlemlemişlerdir. Yukarıda sözü edilen yağ oranına ilişkin araştırma sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar paralellik göstermektedir. Araştırmada en yüksek tane verimi ve yağ oranı tam sulama konusunda elde edilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında, yağ oranı bakımından S1 konusu birinci gurubu oluşturmuş ve bu konuyu aynı grupta yer alan sırasıyla S11, S2, S3, S13, S5 ve S12 konuları

izlemiştir. Son grupta ise S14 konusu yer almıştır. Araştırmanın ikinci yılında ise S14 konusu dışında tüm sulama konuları birinci grupta yer almıştır. Bu gurubu, ilk yılda olduğu gibi son gurubu oluşturan S14 konusu izlemiştir. İki yıl birleştirilmiş LSD testi sonuçları incelendiğinde de, birinci gurubu S1 ve S11 konularının oluşturduğu görülmüştür. Bu konuları, aynı grupta yer alan sırasıyla S13, S2, S12, S3 ve S5 konuları izlemiştir. Araştırmanın her iki yılında olduğu gibi S14 konusu son gurubu oluşturmuştur. Bu değerlendirmeler ışığında, sulamayla yağ oranının arttığı söylenebilir. Soya fasulyesi tanelerinde en yüksek yağ oranı sulama sezonu boyunca bitki su ihtiyacının tam karşılandığı koşulda elde edilmiştir (Çizelge 27).

Çizelge 4.27. Yağ oranı LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Yağ İçeriği (%)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	22.1 a	23.3 a	22.7 a
S2 <sub>(75III)</sub>	21.6 abc	23.0 a	22.3 abc
S3 <sub>(50III)</sub>	21.5 abcd	22.8 a	22.2 abcd
S4 <sub>(25III)</sub>	20.8 cde	22.5 a	21.7 cde
S5 <sub>(175II)</sub>	21.4 abcde	23.0 a	22.2 abcd
S6 <sub>(150II)</sub>	20.6 def	22.8 a	21.7 cde
S7 <sub>(125II)</sub>	19.7 fg	22.4 a	21.1 ef
S8 <sub>(II75I)</sub>	21.0 bcde	22.8 a	21.9 bcd
S9 <sub>(II50I)</sub>	20.5 ef	22.7 a	21.6 de
S10 <sub>(II25I)</sub>	18.8 g	22.4 a	20.6 f
S11 <sub>(III75)</sub>	21.9 ab	23.2 a	22.6 a
S12 <sub>(III50)</sub>	21.2 abcde	23.3 a	22.3 abc
S13 <sub>(III25)</sub>	21.5 abcd	23.3 a	22.4 ab
S14 <sub>(0000)</sub>	16.9 h	21.3 b	19.1 g
LSD(0.05)	0.9085	0.9208	0.6314

Araştırma yılları ve iki yıl birleştirilmiş yağ oranı LSD testi sonuçlarından, tane gelişim döneminde (IV. dönem) %75 su kısıntısı uygulanan konuda (S13) elde edilen yağ oranı değerlerinin, tam su uygulanan S1 konusundan elde edilen değerlere yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27). Bu sonuçlardan, tane gelişme döneminin (IV. dönem), yüksek su kısıntı düzeyinin neden olduğu su stresine en dayanıklı dönem olduğu söylenebilir. Çizelge 4.27’de verilen, iki yıl birleştirilmiş yağ oranı değerleri incelendiğinde de, S7 ve S10 konularından elde edilen yağ oranı değerlerinin, tam

sulama konusundan elde edilen yağ oranı değeri ile karşılaştırıldığında sırasıyla %1.6 ve %2.1 oranında düşük olduğu görülmüştür. Buna göre, sırasıyla bakla oluşum (III. dönem) ve çiçeklenme dönemleri (II. dönem) uygulanan su kısıntısına yağ oranı bakımından en duyarlı dönemlerdir.

Yağ verimine ilişkin varyans analizi ve LSD testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.28 ve 4.29'de görülmektedir. Araştırmanın hem ilk hem de ikinci yılında konular arasında yağ verimi yönünden %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. İki yıl birleştirilmiş varyans analizi sonuçları incelendiğinde ise hem yıllar hem de konular arasında, yağ veriminde %99 güvenle farklılıklar görülmüştür. Bu nedenle, sulama konuları, %5 düzeyinde yapılan LSD testine göre 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 8 ve 7 grup, iki yıl birleştirilmiş LSD testi sonucuna göre de, ikinci yılda olduğu gibi 7 grup oluşturmuştur.

Çizelge 4.28. Yağ verimi varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	450.33**
Blok (Yıl)	2	4	4.06	16.34	10.20
Konu	13	13	705.03**	413.75**	1098.01**
YılxKonu	-	13	-	-	20.77
Hata	26	52	12.93	9.71	11.32

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*\* : P<0.01 düzeyinde önemli

Araştırmanın her iki yılında, en yüksek yağ verimi değerleri S1 konusunda (tam sulama konusu) sırasıyla 90.4 kg/da ve 91.3 kg/da, en düşük yağ verimi değerleri de S14 konusunda (susuz konu) sırasıyla 30.4 kg/da ve 45.8 kg/da olarak bulunmuştur. Araştırma yılları birleştirilmiş verilere göre de, en yüksek ve en düşük yağ verimi, her iki deneme yılında olduğu gibi S1 ve S14 konularında sırasıyla 90.8 kg/da ve 38.1 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Çizelge 4.29'de verilen LSD testi sonuçlarına göre, araştırmanın ilk yılında, S1 konusu ile birlikte S2 ve S3 konuları birinci grupta yer almıştır. İlk yıl, S14 konusu son grubu oluşturmuştur. Araştırmanın ikinci yılında da



gruplandırma hemen hemen ilk yıla benzer olmuştur. İki yılın birleştirilmiş verileri incelendiğinde, S1 ve S2 konuları birinci grupta yer almış ve her iki deneme yılında olduğu gibi son grup S14 konusundan oluşmuştur. Araştırma yılları ve iki yıl birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında, vejetatif dönemde %25, %50 ve %75 su kısıntısı uygulanan sırasıyla S2, S3 ve S4 konuları ilk beş guruba yayılmıştır. Buna göre, soya fasulyesi yağ verimi yönünden, kısıntılı sulamaya en dayanıklı dönemin, vejetatif gelişme dönemi (I. dönem) olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.29’de sunulan, yağ verimi iki yıl birleştirilmiş verilerinden, S7, S13 ve S10 konularından elde edilen yağ verimlerinin, tam sulama konusunda (S1) belirlenen yağ verimi değeri ile karşılaştırıldığında sırasıyla %26.5, % 27.6 ve %30.0 oranlarında düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, yağ verimi yönünden kısıntılı sulamaya en duyarlı dönem bakla oluşum dönemidir (III. dönem), bunu sırasıyla tane gelişim (IV. dönem) ve çiçeklenme dönemleri (II. dönem) izlemiştir.

Çizelge 4.29. Yağ verimi LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Yağ Verimi (kg/da)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	90.4 a	91.3 a	90.8 a
S2 <sub>(75III)</sub>	85.9 ab	88.4 ab	87.1 ab
S3 <sub>(50III)</sub>	85.3 ab	87.2 abc	86.3 b
S4 <sub>(25III)</sub>	81.7 bc	82.8 cd	82.3 cd
S5 <sub>(175II)</sub>	83.6 bc	85.0 bc	84.3 bc
S6 <sub>(150II)</sub>	73.1 de	77.8 de	75.4 e
S7 <sub>(125II)</sub>	63.7 fg	69.7 f	66.7 f
S8 <sub>(II75I)</sub>	79.2 c	82.4 cd	80.8 cd
S9 <sub>(II50I)</sub>	70.2 e	76.0 e	73.1 e
S10 <sub>(II25I)</sub>	60.1 g	67.1 f	63.6 f
S11 <sub>(III75)</sub>	78.5 cd	82.1 cd	80.3 d
S12 <sub>(III50)</sub>	69.4 ef	75.6 e	72.5 e
S13 <sub>(III25)</sub>	63.2 g	68.2 f	65.7 f
S14 <sub>(0000)</sub>	30.4 h	45.8 g	38.1 g
LSD(0.05)	6.035	5.23	3.898

#### 4.4.10. Protein Oranı ve Verimi

Araştırma yılları ve iki yıl birleştirilmiş protein oranı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30'da ve konulara göre protein oranı değerleri ile bunların LSD testi sınıflandırılması Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, deneme konularının, hem araştırma yıllarında hem de iki yıl birleştirilmiş verilerde protein oranı üzerine etkisinin  $P<0.01$  önem düzeyinde olduğu bulunmuştur. Ayrıca iki yıl birleştirilmiş varyans analizi sonuçları incelendiğinde, deneme yıllarının protein oranına etkisinin de  $P<0.01$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Protein oranı varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	33.4405**
Blok (Yıl)	2	4	0.1945	0.1421	0.1683
Konu	13	13	2.4746**	2.3884**	4.4710**
YılxKonu	-	13	-	-	0.3920
Hata	26	52	0.2743	0.4947	0.3845

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*\* :  $P<0.01$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.31'de görüldüğü gibi, en yüksek protein oranı S14 sulama konusunda (susuz konu) 2005 yılında %34.6 ve 2006 yılında %32.7 olarak bulunurken, en düşük protein oranı ise deneme yıllarında sırasıyla %31.2 ve %29.8 ile S1 konusundan (tam sulama konusu) elde edilmiştir. İki yıl birleştirilmiş protein oranı değerlerine göre de, en yüksek ve en düşük protein oranı, deneme yıllarında olduğu gibi S14 ve S1 konularında sırasıyla %33.6 ve %30.5 olarak bulunmuştur.

Kilen (1990) ve Streit ve ark. (2001), tane protein ve yağ yoğunlukları ile tane verimi arasındaki ilişkilerin soya fasulyesinde önem taşıdığını bildirmişlerdir. Hartwig ve Kilen (1991), soya fasulyesi tohum veriminin genellikle tohum protein oranı ile ters

ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir. Sözü edilen çalışma ile uyum içinde, bu çalışmada tam sulama konusunda (S1) en yüksek verim elde edilirken, protein oranı ise en düşük değeri almıştır.

Çizelge 4.31’de verilen LSD testi sonuçlarına göre, protein oranı değerleri %95 güvenle 2005 yılında 3 grup, 2006 yılında 5 grup ve iki yılın birleştirilmiş verilerinde 7 grup oluşturmuştur. Araştırmanın ilk yılında, S14 konusu birinci gurubu meydana getirirken, bu gurubu S7, S10, S6, S3, S8, S9, S12, S13 ve S4 konularından oluşan ikinci grup ve S5, S11, S2 ve S1 konularının oluşturduğu son grup izlemiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise S14 konusu ile birlikte S7, S9, S3, S6, S10 ve S12 konuları birinci grupta yer almışlardır. Son grup ise S11 ve S1 konularından meydana gelmiştir. İki yıl birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında ise deneme yıllarında olduğu gibi S14 konusu birinci gurubu oluşturmuştur. Bu konuyu, aynı grupta yer alan S7 konusu izlerken, son grupta denemenin ikinci yılında olduğu gibi S11 ve S1 konuları yer almıştır.

Çizelge 4.31. Protein oranı LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Protein İçeriği (%)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	31.2 c	29.8 e	30.5 g
S2 <sub>(75III)</sub>	31.7 c	31.2b cd	31.5 def
S3 <sub>(50III)</sub>	32.8 b	31.8 abc	32.3 bc
S4 <sub>(25III)</sub>	32.6 b	30.1 de	31.4 ef
S5 <sub>(175II)</sub>	31.4 c	30.7 cde	31.1 fg
S6 <sub>(150II)</sub>	33.1 b	31.8 abc	32.4 bc
S7 <sub>(125II)</sub>	33.4 b	32.3 ab	32.9 ab
S8 <sub>(1175I)</sub>	32.8 b	31.5 bc	32.2 bcd
S9 <sub>(1150I)</sub>	32.8 b	32.0 ab	32.4 bc
S10 <sub>(1125I)</sub>	33.2 b	31.8 abc	32.5 bc
S11 <sub>(III75)</sub>	31.4 c	29.9 e	30.6 g
S12 <sub>(III50)</sub>	32.7 b	31.6 abc	32.1 cde
S13 <sub>(III25)</sub>	32.7 b	31.4 bc	32.1 cde
S14 <sub>(0000)</sub>	34.6 a	32.7 a	33.6 a
LSD(0.05)	0.879	1.18	0.7184

Bu sonuçlara göre, soya fasulyesine tüm gelişme dönemi boyunca sulama suyu verilmemesi, başka bir deyişle, bitkinin toplam gelişme dönemi boyunca sürekli

topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan strese girmesi koşulunda protein oranının en yüksek değere ulaştığı söylenebilir. Xiaobing ve ark. (2004) Kuzey doğu Çin koşullarında, sulama ve gübre uygulamasıyla soya fasulyesi veriminde büyük artış elde ederlerken, tohum protein oranının ise azaldığını belirlemişlerdir.

Protein verimine ilişkin varyans analizi ve LSD testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.32 ve 4.33'de görülmektedir. Soya fasulyesi protein verimi varyans analizi sonuçlarına göre, denemenin her iki yılında deneme konularının ve iki yıl birleştirilmiş sonuçlarda da yıllar ve konuların protein verimi üzerine etkilerinin  $P<0.01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Ayrıca iki yıl birleştirilmiş sonuçlarda, yılkonu interaksiyonunda %5 olasılık düzeyinde önemli farklılık görülmüştür (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Protein verimi varyans analizi sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.		2005 (1)	2006 (1)	2006-2007 (2)
	(1)	(2)			
Yıl	-	1	-	-	1097.94**
Blok (Yıl)	2	4	3.33	27.07	15.20
Konu	13	13	945.23**	537.13**	1436.42**
YılxKonu	-	13	-	-	45.95*
Hata	26	52	26.47	18.45	22.46

(1) Araştırma yıllarına ait serbestlik derecesi

(2) İki yılın birleştirilmiş verilerine ait serbestlik derecesi

\*, \*\*: Sırasıyla  $P<0.05$  ve  $P<0.01$  düzeylerinde önemli

Araştırmanın her iki yılında da, en yüksek protein verimi sırasıyla 129.8 kg/da ve 121.6 kg/da ile vejetatif dönemde (I. dönem) %50 oranında su kısıntısı uygulanan S3 konusunda bulunurken, en düşük protein verimi de her iki yıl, sırasıyla 62.2 kg/da ve 70.2 kg/da ile tüm sulama dönemi boyunca sulama yapılmayan S14 konusunda bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33'de verilen protein verimi LSD testi sonuçları incelendiğinde, araştırmanın ilk yılında protein verimi yönünden deneme konuları 6 grup, ikinci yılda ise 11 grup oluştururken, iki yıl birleştirilmiş sonuçlarda 8 grup meydana gelmiştir. Denemenin ilk yılında, S3, S1, S4, S2, S8 ve S5 konuları birinci grupta yer almıştır. S14

konusu ise son grubu oluşturmuştur. Araştırmanın ikinci yılında, S3 konusu ile birlikte S2, S1 konuları birinci grupta yer alırken, son grubu ise denemenin ilk yılında olduğu gibi S14 konusu oluşturmuştur. İki yıl birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında, ikinci yılda olduğu gibi S3, S2 ve S1 konuları birinci grupta yer almışlardır. Araştırmanın her iki yılında olduğu gibi, deneme yılları birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında da S14 konusu tek başına son gurubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.33. Protein verimi LSD testi sonuçları

Araştırma Konuları	Protein Verimi (kg/da)		
	2005	2006	Birleştirilmiş
S1 <sub>(III)</sub>	128.0 a	116.7 abc	122.3 ab
S2 <sub>(75III)</sub>	126.2 a	119.8 ab	123.0 ab
S3 <sub>(50III)</sub>	129.8 a	121.6 a	125.7 a
S4 <sub>(25III)</sub>	127.9 a	110.7 cde	119.3 b
S5 <sub>(175II)</sub>	122.5 ab	113.2 bcd	117.8 bc
S6 <sub>(150II)</sub>	117.1 bc	108.5 def	112.8 cd
S7 <sub>(125II)</sub>	108.1 d	100.7 gh	104.4 ef
S8 <sub>(1175I)</sub>	123.5 ab	113.9 bcd	118.7 b
S9 <sub>(1150I)</sub>	112.1 cd	107.3 defg	109.7 de
S10 <sub>(1125I)</sub>	106.1 d	95.2 hi	100.6 f
S11 <sub>(11175)</sub>	112.4 cd	105.4 efg	108.9 de
S12 <sub>(11150)</sub>	106.8 d	102.4 fgh	104.6 ef
S13 <sub>(11125)</sub>	96.2 e	91.9 i	94.1 g
S14 <sub>(0000)</sub>	62.2 f	70.2 j	66.2 h
LSD(0.05)	8.635	7.209	5.491

Bu değerlendirmelere göre, sulama mevsimi boyunca sulama yapılmayan deneme konusunda en düşük protein veriminin elde edildiği söylenebilir. S1 konusu ile birlikte S2 ve S3 konularının, hem araştırma yılları hem de birleştirilmiş LSD testi sonuçlarında birinci grupta yer alması, soya fasulyesi bitkisinin vejetatif dönemde (I. dönem) uygulanan su kısıntısına dayanıklı olduğunu göstermiştir. Çizelge 4.33 incelendiğinde, vejetatif dönem (I. dönem) dışında, üç farklı gelişme döneminin her birinde en yüksek su kısıntı düzeyi olan %75 su kısıntısı uygulamaları (S7, S10 ve S13 konuları), gelişme dönemlerinin protein verimi yönünden kısıntılı sulamaya dayanıklılık düzeylerini belirginleştirmiştir. İki yıl birleştirilmiş verilerden, S7, S10 ve S13 konularından (sırasıyla çiçeklenme, bakla oluşum ve tane gelişim dönemlerinde %75 oranında su kısıntısı uygulanan konular) elde edilen protein verimi değerlerinde, S1 konusu protein

verimi ile karşılaştırıldığında sırasıyla %16.9, %20.0 ve %25.1 oranlarında düşme olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında, soya fasulyesi protein verimi açısından, yüksek düzeyde su kısıntısından meydana gelen strese en duyarlı dönemlerin sırasıyla tane gelişim (IV. dönem) ve bakla oluşum (III. dönem) dönemleri olduğu söylenebilir. Adı geçen iki dönemi, kısıntılı sulamaya duyarlılık yönünden çiçeklenme dönemi (II. dönem) izlemiştir.

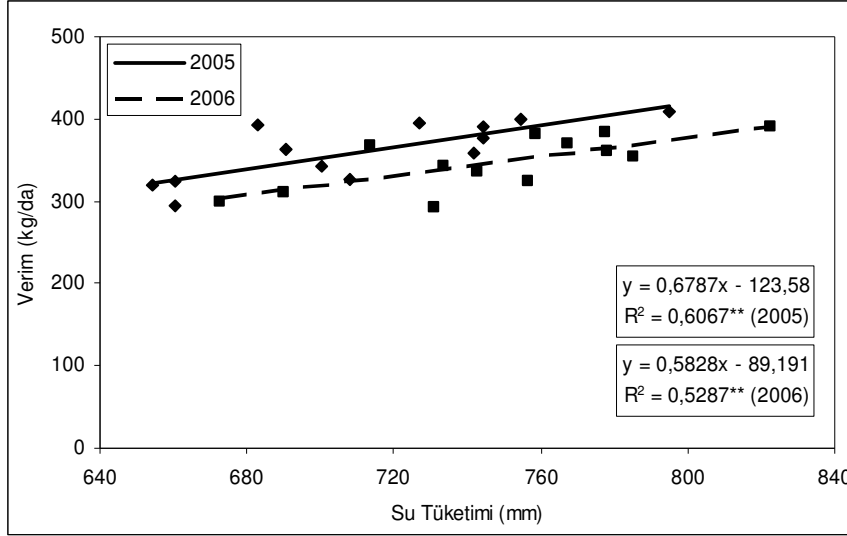
### 3.5. Su-Verim İlişkileri

Deneme alanının yer aldığı bölgede, 2.1.3. İklim Özellikleri bölümü Çizelge 3.2’de verilen uzun yıllar aylık ortalama değerlerine göre (1975-2003), yıllık ortalama yağış miktarı 675.9 mm’dir. Bu nedenle bölge, ortalama yağış miktarına bağlı olarak yarı-nemli iklim kuşağında (yıllık ortalama yağış 600-700 mm) yer almaktadır (Jensen, 1980) ve soya fasulyesi gelişme döneminde (Mayıs-Ekim dönemi) kaydedilen yağış miktarı oldukça düşüktür. Uzun yıllar meteoroloji verilerine göre, soya fasulyesi gelişme dönemi boyunca, bölgeye düşen toplam yağış miktarı 149.4 mm’dir ve bu değer toplam yıllık yağış miktarının yaklaşık %21.3’üdür. Toplam yıllık buharlaşma miktarı (1396.4 mm) ise yıllık yağışın yaklaşık iki katıdır ve soya fasulyesi gelişme dönemi için hesaplanan toplam buharlaşma miktarı da yağış miktarından çok daha yüksektir.

Bu değerlendirmelere göre, susuz soya fasulyesi yetiştiriciliği için yağış miktarı yeterli değildir. Susuz soya fasulyesi yetiştiriciliğinin bölge şartlarına uygun olmaması ve kısıntılı sulama konularında belirlenen gerek su tüketimi gerekse verim değerleriyle karşılaştırıldığında oldukça düşük değerler vermesi nedeniyle S14 sulama konusu (susuz konu), verim tepki etmeni ( $k_y$ ) hesaplamalarında değerlendirme dışı tutulmuştur (Kara ve Gündüz 1998).

Şekil 4.8’den görüldüğü gibi, araştırmada ele alınan konularda ölçülen su tüketimi (ET) ve elde edilen verim değerleri arasında %99 güvenle, 2005 yılında  $y = 0.6787x - 123.58$ , 2006 yılında ise  $y = 0.5828x - 89.191$  ile gösterilebilen doğrusal ilişkiler olduğu belirlenmiştir. ET ile tane verimi arasında %1 düzeyinde önemli ilişki olduğundan  $k_y$  analizlerine geçilmiştir. Bu aşamada, araştırmanın her iki yılı için sulama konularına

ilişkin oransal su tüketimi eksilişi ( $1-ET_a/ET_m$ ) ve oransal verim azalışı ( $1-Y_a/Y_m$ ) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.34).



Şekil 4.8. Deneme yıllarında su tüketimi ile verim arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.34. Soya fasulyesi bitkisinde oransal su tüketimi eksilişi ve oransal verim azalışları

Konu	$1-ET_a/ET_m$	$1-Y_a/Y_m$	$1-ET_a/ET_m$	$1-Y_a/Y_m$
	2005		2006	
S1 <sub>(III)</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
S2 <sub>(75III)</sub>	0.051	0.027	0.055	0.019
S3 <sub>(50III)</sub>	0.086	0.034	0.078	0.023
S4 <sub>(25III)</sub>	0.141	0.043	0.132	0.060
S5 <sub>(175II)</sub>	0.064	0.049	0.067	0.056
S6 <sub>(150II)</sub>	0.131	0.112	0.108	0.126
S7 <sub>(125II)</sub>	0.169	0.210	0.161	0.204
S8 <sub>(1175I)</sub>	0.064	0.081	0.054	0.076
S9 <sub>(1150I)</sub>	0.119	0.165	0.097	0.144
S10 <sub>(1125I)</sub>	0.177	0.220	0.182	0.235
S11 <sub>(11175)</sub>	0.067	0.127	0.045	0.097
S12 <sub>(11150)</sub>	0.110	0.203	0.080	0.170
S13 <sub>(11125)</sub>	0.169	0.283	0.111	0.252
S14 <sub>(0000)</sub>	0.538	0.561	0.584	0.450

Her bir gelişme dönemi, yani vejetatif gelişme (I. dönem), çiçeklenme (II. dönem), bakla oluşumu (III. dönem) ve tane gelişimi (IV. dönem) dönemleri için su-üretim fonksiyonları hesaplanmıştır. Bu amaçla, farklı gelişme dönemleri için Çizelge 4.35'de

gösterilen konulardan elde edilen su tüketimi ve verim değerlerinden yararlanılarak belirlenen oransal su tüketimi eksilişleri ile oransal verim azalışları ilişkilendirilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı gelişme dönemleri için dönemsel  $k_y$  hesaplamalarında kullanılan deneme konuları

Vejetatif	Çiçeklenme	Bakla Oluşumu	Tane Gelişimi
S1 <sub>(III)</sub>	S1 <sub>(III)</sub>	S1 <sub>(III)</sub>	S1 <sub>(III)</sub>
S2 <sub>(75III)</sub>	S5 <sub>(175II)</sub>	S8 <sub>(II75I)</sub>	S11 <sub>(III75)</sub>
S3 <sub>(50III)</sub>	S6 <sub>(150II)</sub>	S9 <sub>(II50I)</sub>	S12 <sub>(III50)</sub>
S4 <sub>(25III)</sub>	S7 <sub>(125II)</sub>	S10 <sub>(II25I)</sub>	S13 <sub>(III25)</sub>

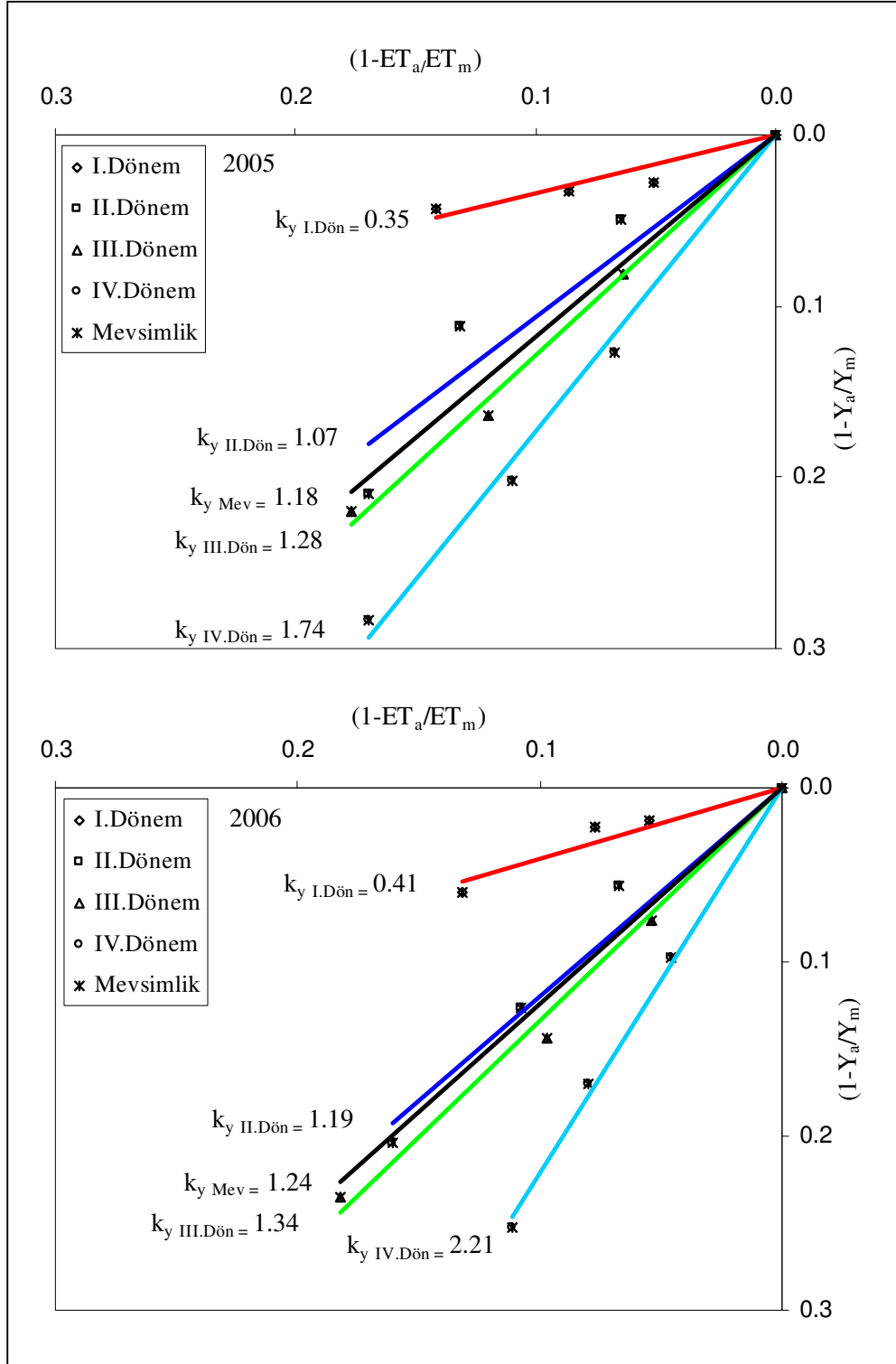
Araştırma yıllarına göre, gelişme dönemleri için ve mevsimlik olarak hesaplanan su-üretim fonksiyonları ve verim tepki etmenleri Çizelge 4.36 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Araştırma yıllarına ve gelişme dönemlerine ilişkin verim fonksiyonları

Yıl	Dönem	Verim Fonksiyonu
2005	I. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 0.35 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.8562$
	II. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.07 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9165$
	III. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.28 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9934$
	IV. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.74 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9918$
	Mevsimlik	$(1-Y_a/Y_m) = 1.18 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.597$
2006	I. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 0.41 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9345$
	II. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.19 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9695$
	III. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.34 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9905$
	IV. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 2.21 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9974$
	Mevsimlik	$(1-Y_a/Y_m) = 1.24 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.5286$

Anılan şekil üzerindeki doğruların eğimleri olan verim tepki etmeni değerlerinde yıllara göre farklılık görülmemekle birlikte araştırmanın her iki yılında da büyüklük sıralamaları aynı olmuştur. En yüksek  $k_y$  değerleri 2005 yılında 1.74 ve 2006 yılında 2.21 olarak IV. dönemde belirlenmiştir. I. Dönemde ise deneme yıllarında sırasıyla 0.35 ve 0.41 ile en düşük değerlere ulaşılmıştır. Şekil 4.9 incelendiğinde, II. ve III. dönemler için belirlenen  $k_y$  değerlerinin, mevsimlik değerlere oldukça yakın olduğu görülmüştür.





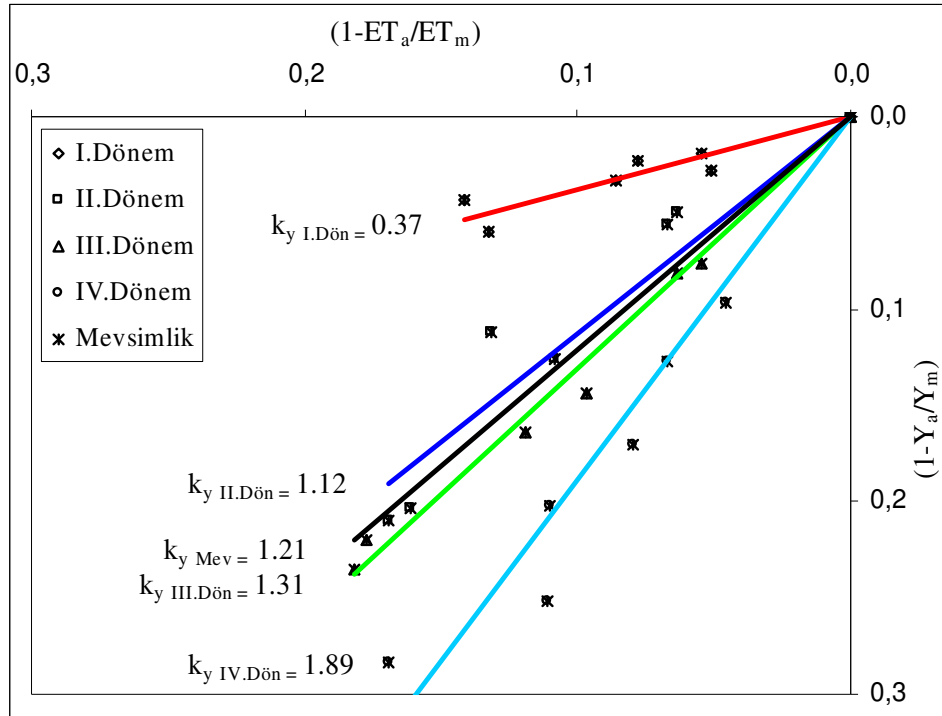
Şekil 4.9. Araştırma yılları oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler

Araştırmanın ilk ve ikinci yılında mevsimlik  $k_y$  değerleri ise sırasıyla 1.18 ve 1.24 olarak belirlenmiştir.

Araştırma yıllarında, sulama konularında ölçülen su tüketimi ve verim sonuçları birlikte değerlendirilerek elde edilen iki yıl birleştirilmiş su-üretim fonksiyonları ile  $k_y$  değerleri Çizelge 4.37 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.37. Gelişme dönemlerine göre araştırma yılları birleştirilmiş verim fonksiyonları

Dönem	Verim Fonksiyonu
I. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 0.37 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.8882$
II. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.12 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9348$
III. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.31 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9907$
IV. Dönem	$(1-Y_a/Y_m) = 1.89 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.9545$
Mevsimlik	$(1-Y_a/Y_m) = 1.21 (1-ET_a/ET_m)$ , $R^2 = 0.5641$



Şekil 4.10. Araştırma yılları birleştirilmiş oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler

Sözü edilen şekil üzerindeki doğruların eğimleri incelendiğinde; vejetatif, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerine ilişkin eğimlerin, sırasıyla 0.37, 1.12, 1.31 ve 1.89 olduğu görülmüştür. İki yılın değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilen mevsimlik  $k_y$  değeri ise 1.21 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, soya fasulyesi bitkisinin tane gelişim döneminde (IV. dönem) kısıntılı sulamaya karşı oldukça duyarlı olduğu ve bu dönemdeki su kısıntısının önemli verim azalmalarına neden olacağı söylenebilir. Kısıntılı sulamaya duyarlılık bakımından, tane gelişim dönemini (IV. dönem) sırasıyla bakla oluşum (III. dönem) ve çiçeklenme (II. dönem) dönemleri izlemiştir. Vejetatif gelişme dönemi (I. dönem) boyunca uygulanan su kısıntısının verim azaltıcı etkisinin ise oldukça düşük olduğu ileri söylenebilir. Yazar ve ark. (1990), Çukurova koşullarında yağmurlama yöntemiyle sulanan ikinci ürün soya fasulyesinde, su tüketiminde meydana gelecek azalmaya karşı verimdeki düşüşün, tane oluşumu ve dolumu döneminde diğer dönemlere oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, soyanın tane oluşumu ve dolumu döneminin su kısıntısına en duyarlı dönem olduğunu bildirmişlerdir.

Bitki gelişme dönemindeki su eksikliğinin bitki verimine etki derecesinin bir ölçüsü olan verim tepki etmenini ( $k_y$ ) Güler (1990), Amik Ovası koşullarında gelişme süresince uygulanacak su kısıntısı durumunda 1.02 olarak bulmuştur. Su kısıntısı söz konusu olduğunda, önce olgunlaşma ve sonrada vejetatif gelişme dönemlerinde uygulanan sulama suyundan tasarruf edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kirda ve ark. (1999), soya fasulyesinde çiçeklenme ile bakla gelişimi ve dolumu dönemlerinde meydana gelen su tüketimi eksilişine karşı, vejetatif dönemde olduğundan daha fazla oransal verim azalışı oluştuğunu bildirmişlerdir. Vejetatif gelişme döneminde verim tepki etmeni 0.58, çiçeklenme döneminde 1.13, bakla gelişim ve dolumu döneminde ise 1.76 bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen  $k_y$  değerleri, yukarıdaki araştırmacılar tarafından verilen değerlere benzerdir.

Doorenbos ve Kassam (1979), verim tepki etmeni değerlerini toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme, çiçeklenme ve tane oluşum dönemleri için sırasıyla 0.2, 0.8 ve 1.0 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen verim tepki etmeni değerleri, Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından verilen değerlerden farklıdır.

Bu farklılığa, farklı toprak ve iklim koşullarına bağlı olan, fenolojik dönemlerin sürelerinin değişmesi sonucu, bitkilere uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimleri neden olarak gösterilebilir.

#### **4.6. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği**

Yarı-nemli iklim koşullarında yetiştirilen soya fasulyesinin, deneme konularına göre araştırma yılları ve iki yıl birleştirilmiş su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım (IWUE) etkinlikleri sırasıyla Çizelge 4.38 ve 4.39'de verilmiştir.

Denemenin ilk yılında en yüksek su kullanım etkinliği (WUE), 5.74 kg/da-mm ile S4 sulama konusunda (vejetatif dönemde %75 su kısıntısı uygulanan konu), ikinci yıl ise 6.28 kg/da-mm ile S14 deneme konusunda (susuz konu) bulunmuştur. En düşük WUE değeri ise araştırmanın her iki yılında da sırasıyla 4.45 kg/da-mm ve 4.00 kg/da-mm ile S13 sulama konusunda (tane gelişim döneminde %75 su kısıntısı uygulaması) bulunmuştur. Araştırma yılları ortalama WUE değerleri incelendiğinde de, en yüksek değer araştırmanın ikinci yılında olduğu gibi S14 konusunda 5.57 kg/da-mm, en düşük değer ise deneme yıllarına paralel olarak S13 konusunda 4.21 kg/da-mm olarak hesaplandığı görülmektedir.

Scott ve ark. (1987), Lee 74 çeşidi soya fasulyesinde yürüttükleri çalışmada, tam sulama ve susuz deneme konularında ortalama WUE değerlerinin sırasıyla 6.0 kg/ha-mm ve 7.3 kg/ha-mm olduğunu belirlemişlerdir. Berlato (1986) ve Kabalan (1998)'da yürüttükleri çalışmalarda yukarıdaki çalışmada belirlenen sonuca benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen WUE değerleri, yukarıda belirtilen araştırmacıların belirledikleri değerlere benzerdir.

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında, en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE), sırasıyla 4.46 kg/da-mm ve 2.87 kg/da-mm olarak, sırasıyla S4 (vejetatif gelişme döneminde %75 su kısıntısı uygulaması) ve S3 (vejetatif gelişme döneminde %50 su kısıntısı uygulaması) konularında belirlenmiştir. En düşük IWUE değeri ise, araştırma yıllarında sırasıyla 2.49 kg/da-mm ve 1.33 kg/da-mm ile S13 konusunda (tane

gelişim döneminde %75 su kısıntısı uygulaması) bulunmuştur. Araştırma yılları ortalama değerlerine göre de, en yüksek IWUE değeri ilk yılda olduğu gibi 3.58 kg/da-mm ile S4 konusunda bulunurken, en düşük değer ise araştırmanın her iki yılında olduğu gibi S13 konusunda elde edilmiştir. Larry ve Spurlock (1993), soya fasulyesinde yürüttükleri çalışmada sulama suyu kullanım randımanını (IWUE) 1.3–5.6 kg/ha-mm arasında belirlemişlerdir.

Çizelge 4.38. Sulama konularına göre soya fasulyesinin su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri

Konular	Mevsimlik Sulama Suyu (mm)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (mm)	Tane Verimi (kg/ha)	WUE (kg/ha-mm)	IWUE (kg/ha-mm)
2005					
S1 <sub>(III)</sub>	581.4	795.2	4097	5.15	3.95
S2 <sub>(75II)</sub>	546.1	754.6	3985	5.28	4.00
S3 <sub>(50II)</sub>	510.9	726.8	3959	5.45	4.23
S4 <sub>(25II)</sub>	475.6	683.0	3922	5.74	4.46
S5 <sub>(175II)</sub>	554.4	744.3	3896	5.23	3.78
S6 <sub>(150II)</sub>	527.5	690.8	3640	5.27	3.49
S7 <sub>(125II)</sub>	500.5	660.6	3236	4.90	2.87
S8 <sub>(II75I)</sub>	540.0	744.5	3764	5.06	3.64
S9 <sub>(II50I)</sub>	498.6	700.2	3423	4.89	3.26
S10 <sub>(II25I)</sub>	457.2	654.4	3197	4.89	3.06
S11 <sub>(III75)</sub>	539.7	741.6	3577	4.82	3.29
S12 <sub>(III50)</sub>	498.0	707.8	3267	4.62	2.95
S13 <sub>(III25)</sub>	456.2	660.6	2938	4.45	2.49
S14 <sub>(0000)</sub>	0.0	367.1	1800	4.90	0.00
2006					
S1 <sub>(III)</sub>	663.1	822.5	3910	4.75	2.66
S2 <sub>(75II)</sub>	623.1	777.5	3835	4.93	2.71
S3 <sub>(50II)</sub>	583.1	758.7	3820	5.03	2.87
S4 <sub>(25II)</sub>	543.2	713.7	3674	5.15	2.81
S5 <sub>(175II)</sub>	623.7	767.3	3690	4.81	2.47
S6 <sub>(150II)</sub>	584.5	733.5	3416	4.66	2.17
S7 <sub>(125II)</sub>	545.2	690.1	3113	4.51	1.77
S8 <sub>(II75I)</sub>	618.6	777.9	3611	4.64	2.36
S9 <sub>(II50I)</sub>	574.0	742.6	3348	4.51	2.09
S10 <sub>(II25I)</sub>	529.5	672.7	2992	4.45	1.59
S11 <sub>(III75)</sub>	636.0	785.1	3531	4.50	2.17
S12 <sub>(III50)</sub>	609.1	756.8	3246	4.29	1.80
S13 <sub>(III25)</sub>	582.1	730.9	2925	4.00	1.33
S14 <sub>(0000)</sub>	60.0	342.1	2149	6.28	0.00

Araştırmada, S14 sulama konusunda en düşük verim değerlerinin elde edildiği göz önünde tutulursa, araştırma yılları ortalama WUE ve IWUE değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.39), en yüksek ikinci WUE değerinin (5.44 kg/da-mm) ve en yüksek IWUE değerinin (3.58 kg/da-mm) elde edildiği S4 konusu (vejetatif dönemde %75 düzeyinde su kısıntısı uygulanan konu) su tasarrufu bakımından en uygun sulama konusu olarak kabul edilebilir. S4 sulama konusunda, tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında %18.1 oranında su tasarrufu sağlanmasına karşın, tane veriminde %5.1 oranında azalış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.39. Sulama konularına göre araştırma yılları ortalama soya fasulyesi su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri

Konular	Mevsimlik Sulama Suyu (mm)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (mm)	Tane Verimi (kg/ha)	WUE (kg/ha-mm)	IWUE (kg/ha-mm)
2005–2006					
S1 <sub>(III)</sub>	622.3	808.9	4004	4.95	3.26
S2 <sub>(75III)</sub>	584.6	766.1	3910	5.10	3.31
S3 <sub>(50III)</sub>	547.0	742.8	3890	5.24	3.50
S4 <sub>(25III)</sub>	509.4	698.4	3798	5.44	3.58
S5 <sub>(175II)</sub>	589.1	755.8	3793	5.02	3.09
S6 <sub>(150II)</sub>	556.0	712.2	3528	4.95	2.79
S7 <sub>(125II)</sub>	522.9	675.4	3175	4.70	2.29
S8 <sub>(II75I)</sub>	579.3	761.2	3688	4.84	2.96
S9 <sub>(II50I)</sub>	536.3	721.4	3386	4.69	2.63
S10 <sub>(II25I)</sub>	493.4	663.6	3095	4.66	2.27
S11 <sub>(III75)</sub>	587.9	763.4	3554	4.66	2.69
S12 <sub>(III50)</sub>	553.6	732.3	3257	4.45	2.32
S13 <sub>(III25)</sub>	519.2	695.8	2932	4.21	1.84
S14 <sub>(0000)</sub>	30.0	354.6	1975	5.57	0.00

## 5. SONUÇ

Bursa koşullarında, tam ve kısıntılı sulama uygulamalarında soya fasulyesinin su-verim ilişkilerini belirlemek ve su tasarrufunun sağlanabileceği sulama programını araştırmak amacıyla iki yıl süreyle yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir.

Soya fasulyesinde uygulanan kısıntılı sulamanın, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane verimi, 1000 tane ağırlığı, biyolojik verim (biomas), hasat indeksi, yaprak alan indeksi, yağ oranı ve verimi, protein oranı ve verimi ile tane verimine  $P<0.01$  düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane verimi, 1000 tane ağırlığı, biyolojik verim, yaprak alan indeksi (YAI) ve tane veriminde en düşük ortalama değerler susuz konuda elde edilmiştir. Tam ve kısıntılı sulama konularında ise verim ve sözü edilen verim bileşenlerinde elde edilen ortalama değerler yükselmiştir. Tam sulama konusunda elde edilen hasat indeksi ortalama değeri, susuz konu ile karşılaştırıldığında, %3.7 azalış belirlenmiştir. Gelişme dönemlerine göre ortalama en yüksek YAI değeri bakla oluşum dönemi sonunda elde edilirken, olgunlaşma dönemine yaklaşıldığında YAI azalmıştır.

Kalite yönünden önemli bileşenler olan yağ oranı ve verimi, tam sulama ve farklı gelişme dönemlerinde kısıntılı sulama konularında, susuz konu ile karşılaştırıldığında tane verimindeki artışa paralel olarak yükselmiştir. Protein oranı ortalama değeri ise en düşük tane veriminin elde edildiği susuz konuda en yüksek değere ulaşmıştır.

En yüksek tane verimi, araştırmanın her iki yılında da, sulama sezonu boyunca tam su uygulanan S1 konusunda elde edilmiştir. Dört farklı gelişme döneminin her birinde uygulanan kısıntılı sulama düzeyi arttıkça, soya fasulyesi tane veriminde azalmalar görülmüştür. Vejetatif, çiçeklenme, bakla oluşum ve tane gelişim dönemi boyunca %75 su kısıntısının uygulandığı sırasıyla S4, S7, S10 ve S13 konularından elde edilen tane verimi değerleri, tam sulama konusunda elde edilen değerle karşılaştırıldığında, sırasıyla %5.1, %20.7, %22.7 ve %26.8 daha az elde edilmiştir.

Soya fasulyesi mevsimlik su tüketimi değerleri ele alınan sulama konularına ve denemenin yürütüldüğü yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Tam su uygulanan S1 konusunda, 2005 yılında toplam 581.4 mm, 2006 yılında ise 663.1 sulama suyu uygulanmıştır. Sözü edilen sulama konusunda mevsimlik su tüketimi ise 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 795.2 ve 822.5 mm olarak belirlenmiştir. Aylık en yüksek su tüketimi, her iki deneme yılında da tam sulama konusunda (S1) ve Ağustos ayında gerçekleşmiştir (sırasıyla 244.2 ve 248.7 mm).

Araştırma sonuçlarına göre, verim tepki etmeni ( $k_y$ ), vejetatif gelişme döneminde 0.37, çiçeklenme döneminde 1.12, bakla oluşum döneminde 1.31, tane gelişim döneminde 1.89 ve mevsimlik 1.21 olarak hesaplanmıştır. En büyük verim tepki etmeninin (1.89) tane gelişim dönemi için belirlenmiş olması, anılan dönemdeki su eksikliğinin verim azaltıcı etkisinin diğer dönemlerden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Su eksikliğinin verim azaltıcı etkisinin en düşük olduğunu gösteren en küçük verim tepki etmeni ise vejetatif dönemde su kısıntısı uygulanan konulardan elde edilmiştir ( $k_y = 0.37$ ).

Tam ve kısıntılı sulama konularında belirlenen araştırma yılları ortalama su kullanım randımanı (WUE) ve toplam su kullanım randımanı (IWUE) değerleri incelendiğinde, en yüksek WUE (5.44 kg/da-mm) ve IWUE (3.58 kg/da-mm) vejetatif dönemde %75 su kısıntısı uygulanan S4 konusunda bulunmuştur. Sözü edilen sulama konusu, tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında %18.1 oranında su tasarrufu sağlanmasına karşın, tane veriminde %5.1 oranında bir azalış hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, yarı-nemli iklim koşulunda olası bir kısıntılı sulama işletmeciliğinin oldukça dikkatli planlanması gerektiği ve seçilecek kısıntı düzeylerinin ve/veya zamanlarının soya fasulyesi verim ve verim bileşenleri üzerinde önemli düzeyde etkili olacağını söylemek mümkündür. Soya fasulyesi sulamasında kısıntılı sulama uygulamasının zorunlu olması durumunda, su eksikliğinin yalnızca vejetatif döneme yönelik olarak planlanması gerekmektedir. Diğer gelişme dönemlerinde ise soya



bitkisine su eksikliği oluşturulmamalı, tane gelişim dđneminde sulamalar tam olarak uygulanmalıdır.

**KAYNAKLAR**

AL-TAWAHA, A. M., P. SEGUIN, D. L. SMITH and R. B. BONNELL, 2007. Irrigation level affects isoflavone concentrations of early maturing soya bean cultivars. *J. Agron. Crop Sci.* 193: 238–246.

ANONİM. 2005a. [http://www.may.com.tr/may\\_tr/tr\\_soya.html](http://www.may.com.tr/may_tr/tr_soya.html), Erişim Tarihi: 18.02.2008. Konu: Nova çeşidi soya fasulyesi.

ANONİM. 2005b. <http://www.soybeans.umn.edu/crop/growth/index.htm>, Erişim Tarihi: 28.03.2008. Konu: Fehr ve Caviness Soya Fasulyesi Gelişim Dönemleri.

ANONİM. 2006. <http://www.gidasanayii.com/modules.php?name=News&file=article&sid=10604>, Erişim Tarihi: 11.03.2008. Konu: Soya Fasulyesinin Dünya’da ve Türkiye’deki yeri.

ANONİM. 2007. <http://soya.azbuz.com/readArticle.jsp?objectID=500000000066900>, Erişim Tarihi: 11.03.2008. Konu: Soya Fasulyesinin Dünya’da ve Türkiye’deki yeri.

ASHLEY, D.A., 1983. Soybean. In: Teare, I.D., Peet, M.M. (Eds.), *Crop-Water Relations*. A Wiley Interscience Publication, N.Y., pp. 389–422.

ASHLEY, D.A. and W.J. ETHRIDGE, 1978. Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybeans cultivars. *Agron. J.* 70, 467–471.

BABAOĞLU, M. 2005. Soya ve Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne, <http://www.ttae.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 18.03.2008.

BAŞTUĞ, R. 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Adana.

BAYRAK, F. 1989. Bafra Ovasında Soyanın Fosfor-Su İlişkileri ve Su Tüketimi. Samsun Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Md. Yayınları Genel Yayın No: 50, Samsun.

BERLATO, M.A. 1986. In: Miyasaka, S. and J.C. Medina (Eds.), *Bioclimatologia Do Soja. A Soja Do Brasil*, pp. 175–184.

BLACK, C. H. 1965. *Methods of Soil Analysis*. Amer. Soc. of Agro. Madison, Wisconsin, 63-66 p.

BOS, M. G. 1980. Irrigation Efficiencies at Crop Production Level. *ICID Bull.* 29: 18-25.

BOYER, J.S., R.R. JOHNSON and S.G. SAUPE. 1980. Afternoon water deficits and grain yields in old and new soybean cultivars. *Argon. J.*, 72: 981-985.

- BRADY, R.A., L.R. STONE, C.D. NICKELL and W.L. POWERS. 1974. Water conservation through proper timing of soybean irrigation. *J. Soil Water Conserve* 29, 266–268.
- BREVEDAN, R. E. and D. B. EGLI, 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. *Crop Sci.* 43, 2083–2088.
- BROWN, B.A., C.E. CAVINESS and D.A. BROWN. 1985. Response of Selected Soybean Cultivars to Soil Moisture Deficit. *Agron. J.* 77, 274–278.
- BURRIRO, U. A., H. A. SAMOON, F. C. OAD and G. H. JAMRO, 2002. Crop coefficient (Kc) and water use efficiency (WUE) of soybean as affected by soil moisture stress and fertility levels. *Pak. J. Appl. Sci.* 2, 1096–1098.
- CARLSON, R.E., M. KARIMI-ABADCHI and R.H. SHAW. 1982. Comparison of the nodal distribution yield components in determinate soybeans under irrigated and rain-fed conditions. *Argon. J.* Vol. 74, No. 3, s. 531-535.
- CHAN, H.H. 1983. Effect of Drought on Seed Germination and Yield of Soybean (*Glycine max.* (L.) Merrill). *Journal of The Agricultural Association China*, 124: 53-62.
- CONSTABLE, G.A. and A.B. HEARN. 1980. Irrigation for Crops in a Sub-humid Enviroment: The Effect of Irrigation on the Growth and Yield of Soybeans. *Irrigation Science*, 2, 1-12.
- COX, W.J. and G.D. JOLLIFF. 1986. Growth and Yield of Sunflower and Soybean Under Soil Water Deficits. *Agron. J.* 78, 226–230.
- CALPTEN, J.A. 1986. Genetic variability for agronomic traits in population containing Glycine soja germplasm. *Crop Sci.* 26, 681–686.
- ÇELİK, S. 1989. Tokat-Kozova’da Soyanın (Amsoy-71) Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Tokat Araştırma Enstitüsü Md. Yayınları Genel Yayın No: 97, Tokat.
- ÇETİN, Ö. 2003. Toprak-Su İlişkileri ve Toprak Suyu Ölçümleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No: 258, Teknik Yayın No: 25, s. 55-70.
- DE COSTA, W. A. and K. N. SHANMUGATHASAN, 2002. Physiology of yield determination of soybean under different irrigation regimes in the sub-humid zone of Sri Lanka. *Field Crops Res.* 75, 23–35.
- DE SOUZA, P.I., D.B. EGLI and W.P. BRUENING. 1997. Water Stress During Seed Filling and Leaf Senescence in Soybean. *Agron. J.* 89, 807–812.
- DERVİŞ, Ö. and M. ÖZEL. 1987. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra İkinci Ürün Soyanın Su Tüketimi. Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri

Genel Müdürlüğü Tarsus Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 139, Rapor Serisi No: 80, 44 s.

DOORENBOS, J. and A. H. KASSAM. 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, p. 193.

DOSS, B.D., R.W. PEARSON and H.T. ROGERS. 1974. Effect of Soil Water Stress at Various Growth Stages on Soybean Yield. Agron. J. 66, 297–299.

DOSS, B.D. and D.L. THURLOW. 1974. Irrigation, Row Width, and Plant Population in Relation to Growth Characteristics of Two Soybean Varieties.

ECK, H.V., A.C. MATHERS and J.T. MUSICK. 1987. Plant water stress at various growth stages and growth and yield of soybeans. Field Crops Res 17, 1–16

EGLI, D.B., L. MECKEL, R.E. PHILLIPS, D. RADCLIFFE and J.E. LEGGETT. 1983. Moisture stress and N redistribution in soybean. Agron J. 75, 1027–1031.

EVETT, S.R., T.A. HOWELL, A.D. SCHNEIDER, D.R. UPCHURCH ve D.F. WANJURA. 2000. Automatic Drip Irrigation of Corn and Soybean. Proceedings of the 4<sup>th</sup> Decennial National Irrigation Sym., Nov. 14-16, 2000, Phoenix, AZ, pp. 401-408.

FEHR, W. R. and C. E. CAVINESS. 1977. Stages of Soybean Development. Iowa Agric. Exp. Station Special Report 80. Iowa State University, Ames, IA.

FOROUD, N., H.H. MUNDEL, G. SAINDON and T. ENTZ. 1993. Effect of Level And Timing of Moisture Stress on Soybean Yield Components. Irriga. Sci. 13, 149–155.

GARRITY, P.D., D.G. WATTS, C.Y. SULLIVAN and J.R. GILLEY. 1982. Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration-Yield Relationships, Agron. J., 74: 815-820.

GENÇOĞLAN, C. 1996. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 220 s.

GRIFFIN, J.L., R.W. TAYLOR, R.J. HABETZ and R.P. REGAN. 1985. Respons of solid-seeded soybeans to flood irrigation. I. Application Timing Agronomy Journal, Vol. 77, No. 4, 551-554.

GÜLER, F. 1990. Amik Ovası Koşullarında İkinci Ürün Soya Fasulyesinin Su Tüketimi ve Su-Verim İlişkilerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Kültürteknik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Yayınları 2, Ankara, 93 s.

GÜNGÖR, Y. ve O. YILDIRIM. 1989. Tarla Sulama Sistemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1155, Ankara.

- HARTWING, E.E. and T.C. KILEN. 1991. Yield and composition of soybean seed from parents with different protein, similar yield. *Crop Sci.* 31: 290-292.
- HEATHERLY, L.G., 1983. Response of Soybean Cultivars to Irrigation of a Clay Soil. *Agro. J.* 75, 859-864.
- HILER, E. A., T. A. HOWELL and D. G. BORDOWSKI. 1971. Stress Day Index a New Concept for Irrigation Timing, Optimization of Irrigation and Drainage Systems, ASCE; Irrigation and Drainage Specialty Conference, Lincoln, Nebraska, New York, pp. 579-590.
- HOBBS, E.H. and H.H. MUENDEL. 1983. Water Requirements of Irrigated Soybeans in Southern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 63(4): 855-860.
- HODGES, H.F. and L.G. HEATHERLY. 1983. Principles of Water Management for Soybean Production in Mississippi. Mississippi Agricultural Forestry Experiment Station Bulletin No. 919.
- HOWELL, T.A. and J.T. MUSICK. 1984. Relationship of Dry Matter Production of Field Crops to Water Consumption. *Proc. Int. Con. on Crop Water Requirements*, p. 11-14.
- HUCK, M.G., K. ISHIHARA, C.M. PETERSON and T. USHIJIMA. 1983. Soybean Adaptation to Water Stress at Selected Stages of Growth. *Plant Physiology*, 73, 422-427.
- ISRAELSEN, O. W. and V. E. HANSEN. 1967. *Irrigation Principles and Practices*, Third Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, London, Sydney, p. 447.
- IVANOV, P. 1974. Biochemical Differentiation of Sunflower Varieties as a Result of Inbreeding. *Proc. The 6th Int. Sunflower Cont.* 22-24 July, Bucharest Romania, 232 p.
- JAMES, L. G. 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*, New York, p. 543
- JENSEN, M.E. 1980. *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. An ASAE monograph, number 3 in a series published by American Society of Agricultural Engineers, 2950 Niles Road, Michigan 49085, USA, p 829
- KABALAN, R. 1998. Consomation en eau et productivite´ d'une culture du soja a` la Be´kaa. DEA, AUPELF-UREF, Bureau du Monde Arabe, Beyrouth, p. 25.
- KADASTER, I.E. 1960. *Ziraat Kimya Tatbikatı Birinci Kitap Yem Analizleri*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, No: 113 s.50-63.
- KADAYIFÇI, A. 1996. *Ayçiçeğinin Su-verim İlişkileri*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 117 s.

- KADHEM, F.A., J.E. SPECHT and J.H. WILLIAMS. 1985. Soybean irrigation serially timed during stages R1 to R6. II. yield component responses. *Agron. J.* 77, 299–304.
- KANAMASU, H.T. 1979. Irrigation Water Requirements and Water Stres. Irrigated Soybean Production in Arid and Semi-arid Regions. Proc. of a Conf. Held in Cairo, Egypt.
- KARA, C. ve M. GÜNDÜZ. 1998. GAP Bölgesi Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulama Suyu Uygulamasının Pamuk Verimine Etkisinin Saptanması. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, 1997. APK Dairesi Başkanlığı Yayınları; Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, No. 106 Ankara, 285-302.*
- KARAM, F., R. MASAAD, T. SFEIR, O. MOUNZER and Y. ROUPHAEL, 2005. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. *Agric. Water Manage.* 75: 226–244.
- KHAJOU EI-NEJAD, G.H., H. HAZEMI, H. ALYARI, A. JAVANSHIR and M.J. ARVIN. 2004. Irrigation Regimes and Plant Population Density effects on Seed Yield, Protein and Oil Content of Three Soybean Cultivars. *Turk. J. of Field Crops* 9: 62-71.
- KILEN, T.C. 1990. Brachytic stem and narrow leaflet on soybean seed composition and yield. *Crop Sci.* 30: 1006-1008.
- KIRDA, C., R. KANBER, K. TULUCU and H. GUNGOR. 1999. Yield response of cotton, maize, soybean, sugar beet, sunflower and wheat to deficit irrigation. In: C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera and D.R. Nielsen, eds. *Crop Yield Response to Deficit Irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, Vol. 84: 21-38.
- KORUKÇU, A. and N. EVSAHİBİOĞLU. 1981. Soya Fasulyesi ve Sulanması. *Tarım ve Mühendislik Dergisi. Sayı 6, Ankara, s. 24-28.*
- KORUKÇU, A. 1992. Sulamadaki Gelişmelerin Türkiye'ye Etkisi. *Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, 2: 4-5.*
- KORTE, L.L., J.H. WILLIAMS, J.E. SPECHT and R.C. SORENSEN. 1983. Irrigation of Soybean Genotypes during Reproductive Ontogeny. II. Yield Component Responses. *Crop Sci.* 23, 528–533.
- KÖKSAL, H., A. F. TARI, R. ÇAKIR, R. KANBER ve M. ÜNLÜ. 2001. Su – Verim İlişkileri (Değiştirilmiş 2. baskı), Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi (431-1), Konya, 87 s.
- LARRY, G.H. and S.R. SPURLOCK. 1993. Timing of Furrow Irrigation Termination for Determinate Soybean on Clay Soil. *Agron. J. Vol. 85 No: 6, pp. 1103-1108.*
- LI, H. and J. W. BURTON. 2002. Selecting Increased Seed Density To Increase Indirectly Soybean Seed Protein Concentration. *Crop Sci.* 42: 393-398.

- LOPEZ, F. B., C. JOHANSEN and Y. S. CHAUHAN, 1996a. Effects of timing of drought stress on phenology, yield and yield components of short-duration pigeon pea. *J. Agron. Crop Sci.* 177: 311–320.
- LOPEZ, F. B., Y. S. CHAUHAN and C. JOHANSEN, 1996b. Effects of timing of drought stress on abscission and dry matter partitioning of short-duration pigeon pea. *J. Agron. Crop Sci.* 177: 327–338.
- MATSON, A.L. 1964. Some Factors Affecting Yield Response of Soybean to Irrigation. *Agron. J.* 56: 552-555.
- MECKEL, L., D.B. EGLI, R.E. PHILLIPS, D. RADCLIFFE and J.E. LEGGETT. 1984. Effect of Moisture Stress on Seed Growth in Soybeans, *Argon. J.* 76(4): 647-650.
- MEDERSKI, H.J., D.L. JEFFERS and D.B. PETERS. 1973. Water and Water Relation in Soybeans. Edited By B.E. Caldwell, No: 16, Agronomy Series. Amer. Soc. of Agron. Inc. Publisher.
- MITCHELL, R.L. 1970. *Crop Growth and Culture*. Iowa State Univ. Press. USA. 349.s
- MOMEN, N.N., R.H. CARLSONSHAW and O. ARJINAND. 1979. Moisture Stress Effects on the Yield Components of Two Soybean Cultivars. *Agron. J.* 71, 86–90.
- OKTEM, A., M. SIMSEK and A. G. OKTEM. 2003. Deficit Irrigation Effects on Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata* Sturt) with Drip Irrigation System in a Semi Arid Region I. Water-Yield Relationship. *Agric. Water Management*, 61: 63-74.
- OYA, T., A. L. NEPOMUCENO, N. NEUMAIER, J. R. B. FARIAS, S. TOBITA and O. ITO, 2004. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars: evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. *Plant Prod. Sci.* 7, 129–137.
- ÖNER, T. 2006. Soya Sektör Raporu. İstatistik Şubesi, 48 s.
- ÖZKARA, M.M. 1991. Menemen Yöresinde İkinci Ürün Soyanın Su Tüketimi. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Menemen Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:170, Rapor Serisi No: 111, 31 s.
- PALTINEANU, I., C. NEGRILA, M. CRACIUN and I. CRACIUN. 1994. Long term trials on irrigated field crops in semiarid area of Romania. *Romania Agric. Res.*, 1: 85-92.
- PEDERSEN, P. and J. G. LAUER. 2004. Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agron. J.* 96, 1372–1381.
- POMERANZ, Y. and E. CLIFTON. 1994. *Food Analysis Theory and Practice*, 3rd ed., Kluwer Academic Publisher, San Diego, pp. 689–692.

PUECH, J., J.M. BONNAL and M. HERNANDEZ. 1977. Water use and irrigation of soybean and sunflower. Bulletin Technique d'Information. No. 319/320, s. 221-229.

RISINGER, M. and K. CARVER. 1987. Neutron Moisture Meters. Water Managements Notes. The Scientific Approach to Monitoring Soil Moisture. High Plains Underground Water Conservation District No: 1, USA, p. 4

ROSADI, R. A. B., M. S. AFANDI, M. SENGE, K. ITO and J. T. ADOMAKO. 2005. Critical water content and water stress coefficient of soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) under deficit irrigation. Paddy Water Environ. 3, 219–223.

RUNGE E.C.A. and R.T. ODELL. 1960. The relation between precipitation, temperature, and the yield of soybeans on the Agronomy South Farm, Urbana, Illinois. Agron. J., 52, 245-247.

RUSSO, D. and BAKKER. 1987. Crop Water Production Functions for Sweet Corn and Cotton Irrigated with Saline Waters. Soil. Sci. Am. J., Vol. 51, P: 1554-1562.

SALASSI, M.E., J.A. MUSICK, L.G. HEATHERLY and J.G. HAMILL. 1984. An economic analysis of soybean yield response to irrigation of Mississippi River Delta soils. Mississippi Agric. 60, 928–935.

SCHONER, C.S. and W.R. FEHR. 1979. Utilization of plant introduction in soybean breeding population. Crop Sci. 11, 185–188.

SCOTT, O.W. and S.R. ALDRICH. 1970. Modern Soybean Production. S and A Publications, P.O. Box 2660. Station A. Champaign, III. 61820.

SCOTT, H. D., J. A. FERGUSON and L. S. WOOD, 1987: Water use, yield, and dry matter accumulation by determinate soybean grown in a humid region. Agron. J. 79, 870–875.

SHAW R.H. and D.R. LAING. 1966. Moisture stress and plant response. In: Pierre, W. H. (Ed.), Plant Environment and Efficient Water Use. ASA and SSSA, Madison, W.I., pp. 73–94.

SIONIT, N. and P.J.KRAMER. 1977. Effect of Water Stress during Different Stages of Soybeans Growth. Agron. J. 69, 274–278.

SMICIKLAS K.D., R.E. MULLEN, R.E. CARLSON and A.D. KNAPP. 1989. Drought-induced stress effect on soybean seed calcium and quality. Crop. Sci. 29, 1519–1523.

SMICIKLAS K.D., R.E. MULLEN, R.E. CARLSON and A.D. KNAPP. 1992. Soybean seed quality response to drought-stress and pod position. Agron. J. 84, 166–170.

SPECHT, J. E., R.W. ELMORE, D.E. EISENHAUER and N.W. KLOCKE. 1989. Growth stage scheduling criteria for sprinkler irrigated soybeans, Irrig. Sci., 10: 99-111.



SPAETH, S. C., H. C. RANDALL, T. R. SINCLAIR and J. S. VENDELAND. 1984. Stability of soybean harvest index. *Agron. J.* 76, 482-486.

STEEL, R. G. D. and J. H. TORRIE. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*, 2nd edn. McGraw-Hill, New York.

STEWART, J. I., R. M. HAGAN, and W. O. PRUITT. 1976. Production Functions and Predicted Irrigation Programs for Principal Crops as Required for Water Resources Planning and Increased Water use Efficiency. Tech. Bureau Recl. No: 14-06-D. 7329, USA, p. 80.

STREIT, L.G., L.R. BEACH, J.C. REGISTER, I.R. JUNG and W.R. FEHR. 2001. Association of the Brazil Nut protein gene and Kunitz tripsin inhibitor alleles with soybean protease inhibitor activity and agronomic traits. *Crop Sci.* 41: 1757-1760.

SWEENEY, D.W., J.H. LONG and M.B. KIRKHAM. 2003. A single irrigation to improve early maturing soybean yield and quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67 (1) 235-240.

THOMSON L.M. 1970. Weather and technology in the production of soybeans in the central United States. *Agron. J.* 62, 232-236.

TAYLOR, H.M., W.K. MASON, A.T.P BENNIE and H.R. ROUSE. 1982. Response of soybeans to two sow spacing and two soil water levels. I. an analysis of biomass accumulation, canopy development and solar radiation, interception and components of seed yield. *Field Crops Res.* 5: 1-14.

TUĞAY, E. 2007. Soya Tarımı. Çiftçi Broşürü. Ege Tarımsal Araştırma Estitüsü Müdürlüğü, ETAE Matbaası, Menemen-İzmir, No.: 139, 4 s.

TURAN, Z. M. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No: 62, Bursa, 302 s.

TURAN, Z. M. ve A. T. GÖKSOY. 1998. Yağ Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No.:80, Bursa, 225 s.

TÜLÜCÜ, K., C. KIRDA ve Y. KUMOVA. 1991. Kısıntılı Sulama Koşulunda Soya Bitkisinin Mevsim İçi Su-Üretim Fonksiyonu. *Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 15:814-826.

TÜZEL, İ. H., M. A. UL, S. ANAÇ ve S. YAŞAR, 1992. Menemen Yöresinde Değişik Sulama Aralıklarının İkinci Ürün Soya Verimine Etkisi. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 186-196, 24 - 26 Haziran, 1992. Erzurum.

TÜZÜNER, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 180 s.

UL-HUG, A and D.A. BROWN. 1985. Effect of Soil Moisture Deficit in the Upper Root Zone on Growth and Yield of Soybeans. Arkansas Farm Research, 34 (3): 4.

USSLS, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No: 60, USA, 160 p.

VEARELA, B.D. 1998. Deficit irrigation during the reproductive stages of soybean (*Glycine max.* (L.) Merrill). Philippines Uni. Los Banos, College Laguna, 1998, Vol 97.

WILCOX, J. R. and R. M. SHILBES. 2001. Interrelationships Among Seed Quality Attributes in Soybean. Crop Sci. 41:11-14.

WOODS, S.J. and M.L. SWEARINGEN. 1977. Influence of Simulated Early Lodging upon Soybean Seed Yield and Its Components. Agron. J. 69, 239–242.

XIAOBING L., S.J. HERBERT, J. JIN, Q. ZHANG and G. WANG. 2004. Responses of photosynthetic rates and yield/quality of main crops to irrigation and manure application in the black soil area of Northeast China. Plant and Soil, Vol. 261, No. 1-2, 55-60.

XU, X. B. and X. T. ZHANG. 1995. Density and fertilizer doses in relation to soybean yield. Till. Cult. (in Chinese) 2, 18–19.

YAZAR, A., B. ÇEVİK, O. TEKİNEL, K. TÛLÛCÛ, R. BAŞTUĞ ve R. KANBER. 1990. Çukurova Koşullarında Yağmurlama Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Soyada Evapotranspirasyon İlişkilerinin Belirlenmesi. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry, 14:181-203.

YAZAR, A., V. OĞUZER, K. TÛLÛCÛ, H. ARIOĞLU, C. GENÇOĞLAN ve K. DİKER. 1991. Harran Ovası Koşullarında Açık Su Yüzeyi (Class A Pan) Buharlaşmasından Yararlanarak İkinci Ürün Soya için Sulama Programının Geliştirilmesi. T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Ç.Ü. Zir. Fak. GAP, Yayınları No:45. Temmuz 1991, Adana.

YAZGAN, S., H. BÛYÛKCANGAZ, Ç. DEMİRTAŞ ve B. N. CANDOĞAN. 2003. Ağaç Altı Mikro Yağmurlama Sulama Yöntemiyle Sulanan Genç Kiraz Ağaçlarında Farklı Sulama Programlarının Vejetatif Gelişme Parametreleri ve Bitki Su Tüketimi Üzerine Etkileri. II. Ulusal Sulama Kongresi Bildiriler Kitabı, 16-19 Ekim 2003 Kuşadası/Aydın, s. 109-117.

YILDIRIM, O. 2003. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 495, Yayın No: 1542, Ankara, 348 s.

ZEIHER, C., D.B. EGLI, J.E. LEGGETT and D.A. REICOSKY. 1982. Cultivar Differences in N Redistribution in Soybeans. Agron. J. 74, 375–379.

## ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Ankara’ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bursa’ da tamamladı. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’ nden mezun oldu. 2000 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’ nda yüksek lisans öğrenimine başladı ve aynı yıl Araştırma Görevlisi olarak atandı. “Çanakkale Koşullarında Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Bodur Kiraz Yetiştiriciliğinde Verim Öncesi Vejetatif Gelişime ve Bitki Su Tüketimine Etkisinin Belirlenmesi” konulu yüksek lisans tezini 2003 yılında tamamladı ve doktora öğrenimine başladı. Halen Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’ nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

**TEŞEKKÜR**

Çalışmamın yönlendirilmesinde büyük emeği olan, çalışmam sırasında sürekli ilgi ve desteğini gördüğüm ve tarla denemesi için gerekli altyapıyı Bölümümüze kazandıran danışmanım Sayın Prof. Dr. Senih YAZGAN' a, bana desteğini sürekli gösteren bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Ali Osman DEMİR, tarla denemesi konusunda bilgi ve desteğini aldığım tez izleme komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Abdurrahim Tanju GÖKSOY ve Araştırma Görevlisi Dr. Mehmet SİNCİK' e, çalışmamın yürütülmesinde Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Ziraat Fakültesi Birimi olanaklarından yararlanmama olanak tanıyan müdürümüz Sayın Dr. Fevzi ÇAKMAK' a, tarla denemeleri aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli çiftlik personeli ve değerli stajyer arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana gösterdikleri anlayış ve büyük manevi destek için sevgili eşim Elif CANDOĞAN, sevgili annem Gülsen CANDOĞAN, sevgili babam Ünal CANDOĞAN ve sevgili ablam Banu MERİÇ' e sonsuz teşekkürler.

Burak Nazmi CANDOĞAN