



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDE VE SULAMA DÜZEYLERİNDE
BÖLÜNmüş GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNİN VERİM
VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

HATİCE DELİCE

BIYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MAYIS-2017**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDE VE SULAMA DÜZEYLERİNDE
BÖLÜNmüş GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNİN VERİM
VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

HATİCE DELİCE



BIYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MAYIS-2017**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDE VE SULAMA DÜZEYLERİNDE
BÖLÜNÜŞ GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNİN VERİM VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Hatice DELİCE

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez 25/05/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Çağatay TANRIVERDİ
Üye

Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ
Başkan

Doç. Dr. Kemal DOĞAN
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 1204 D 0110

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

25.05.2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Hatice DELİCE

ÖZET

FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDE VE SULAMA DÜZEYLERİNDE BÖLÜNmüş GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNİN VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Araştırma, Hatay koşullarında, farklı gelişme dönemlerinde bölünmüş gübre uygulamalarının su kısıtı altında yetiştirilen soya bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2013 yılında yürütülmüştür. Denemede, mevcut nemin tarla kapasitesine getirildiği konu (S_{100}) (tam sulama) ve bu konunun % 75'i (S_{75}), % 50'si (S_{50}), % 25'i (S_{25}), % 125'i (S_{125}); olmak üzere 5 farklı sulama düzeyi oluşturulmuştur. Yetiştirme sezonu boyunca ihtiyaç duyulan NPK gübresi tüm uygulamalara ekim ile birlikte, gelişme sezonu boyunca ihtiyaç duyulan nitrat gübresi ise 3 farklı gelişme döneminde (R1, R3 ve R4) 2'ye (F_2) ve 3'e (F_3) bölünerek uygulanmıştır. Sulama suyu damla sulama, gübreleme fertigasyon yöntemi ile uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan sulama suyu miktarları 185.46-791.04 mm, bitki su tüketimi 253.51-781.71 mm, su kullanım randımanları 0.52-0.89 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Dane verimleri S_{25} , S_{50} , S_{75} , S_{100} ve S_{125} sulama düzeylerinde, F_0 uygulamasında sırasıyla 202.76, 299.15, 389.14, 401.63, 417.68 kg da⁻¹; F_2 uygulamasında sırasıyla 226.08, 293.95, 370.60, 407.08, 414.15 kg da⁻¹; F_3 uygulamasında sırasıyla 208.61, 265.72, 340.94, 420.50, 439.35 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sulama düzeyleri tane verimine, çiçeklenme ve hasat dönemine ait kuru madde miktarlarına, 1000 dane ağırlığı ve yağ oranı ($p < 0.01$) üzerine etkili olurken, protein oranı çiçeklenme döneminde elde edilen çiçek sayısı ve bakla sayısı üzerine etkisi görülmemiştir. Klorofil içeriği ve stoma iletkenliği tüm uygulamalarda kuraklık arttıkça azalmıştır.

2017, 87 Sayfa

Anahtar kelimeler: Soya, kısıtlı sulama, fertigasyon, tane verimi, kuru madde

ABSTRACT

DETERMINATION OF EFFECTS OF DIVIDED FERTILIZER IN DIFFERENT GROWTH STAGE ON YIELD AND QUALITY CHARACTERISTICS OF SOYBEAN IN DIFFERENT DEVELOPMENT PERIODS AND IRRIGATION LEVELS

This research was carried out to evaluate effects of Divided Fertilizer in Different Growth Stage to yield and yield parameters including number of pod and bloom of soybean cultivated under water scarcity in 2013. Experiment was treated as split plot design with three replication and five irrigation schedule (as a depletion of available water content water, 25, 50, 75, 100 and 125%). Irrigation frequency was planned as once a week in thought irrigation season and drip irrigation system was employed. During growth season, total fertilizer amount needed was applied diving two and three as treatments in three different growth stage (R1, R2 and R3).

According to the results, the amount of applied irrigation water and evapotranspiration varied between 185.46 and 791.04 mm, 253.51 and 781.71 mm in different irrigation schedules, respectively. The seed yield in F₀, F₂ and F₃ treatments were 202.76, 299.15, 389.14, 401.63, 417.68 kg da⁻¹, and 226.08, 293.95, 370.60, 407.08, 414.15 kg da⁻¹ and 208.61, 265.72, 340.94, 420.50, 439.35 kg da⁻¹ in S₂₅, S₅₀, S₇₅, S₁₀₀, S₁₂₅ irrigation levels, respectively. While different irrigations schedules were found to be influential on grain yield (p<0.01) and dry mass in blooming and harvest stages (p<0.01), the weight of 1000 seed (p<0.01), fat content (p<0.01), no affect on number of bloom and pod in blooming stage, and proten content were observed. The chorophyll content and stomatal conductance decreased with increasing drought in all applications.

2017, 87 Pages

Key words: Soybean, Deficit Irrigation, Fertigation, Grain Yield, Dry Matter

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun belirlenmesinden istatistiki analiz ve değerlendirme konularına kadar çalışmalarımın her safhasında beni yönlendiren, yüksek lisans serüvenim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, desteğini her zaman yanımda hissettiğim, zor zamanlarımda beni sabırla dinleyen dünya görüşü ve insan sevgisiyle örnek aldığım, tanımaktan ve ğrencisi olmaktan büyük onur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Berkant DEMIŐ'e çok teşekkür ediyorum.

Arazi çalışmalarım sırasında bana destek olan Progen Tohumculuk A.Ő. Ar-Ge Müdürü Sn. Dr.Batuhan AKGL'e, Ziraat Mühendisi Sn. Deniz CAN'a ve diğer tüm Ar-Ge ekibine teŐekkürü bir borç bilirim.

Yaşamım boyunca bana benden çok güvenen, desteğinden her zaman g aldığım canım babama, bana olan emeklerinin karŐılıęını hiçbir Şekilde ödeyemeyeceğim fedakar anneme sonsuz teŐekkürlerimi sunuyorum

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER ve KISATMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Yağış-Kuraklık ve Tarımsal Su Kullanımı.....	5
2.2. Su Kullanma Randımanının Artırılmasında Kullanılan Yöntemler.....	7
2.3. Gıda Gereksiniminin Karşılmasında Öncelikli Bitki: Soya (Glycine Max (L)..	9
2.4. Kısıtlı Su ve Gübre Uygulamalarının Soya Bitkisine Etkileri.....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Araştırma Alanı.....	18
3.1.2. Toprak Özellikleri.....	18
3.1.3. İklim Özellikleri.....	19
3.1.4. Bitki Materyali.....	19
3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması.....	22
3.1.6. Sulama Sisteminin Özellikleri.....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Deneme Konuları.....	23
3.2.2. Gübre Uygulamaları.....	24
3.2.3. Sulama Uygulamaları.....	26
3.2.4. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri.....	27
3.2.5. Bitki Örneklerinin Alınması.....	28
3.2.6. Toprak Hazırlığı ve Bitki Bakım İşlemleri.....	28
3.2.7. Ekim, Başlangıç Gübrelemesi ve Hasat.....	28
3.2.8. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi.....	29
3.2.9. Stoma İletkenliği ve Klorofil Değerlerinin (Spad) Ölçülmesi.....	30
3.2.10. Su-Verim İlişkileri.....	31
3.2.10.1. Bitki Üretim Fonksiyonları.....	31
3.2.10.2. Su Kullanım Etkinliği.....	32
3.2.11. Verim ve Verim Bileşenleri.....	32
3.2.11.1. Dane Verimi.....	32
3.2.11.2. Bakladaki Dane Sayısı.....	32
3.2.11.3. Bitkide Bakla Sayısı.....	32
3.2.11.4. 1000 Dane Ağırlığı.....	33
3.2.11.5. Bitki Boyu.....	33
3.2.11.6. Yağ ve Dane Protein Oranı.....	33
3.2.11.7. Verilerin Değerlendirilmesi.....	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	34
4.1. Sulama Suyu Sonuçları.....	34
4.2. Bitki Su Tüketimi.....	35
4.3. Su-Verim Fonksiyonu (Ky).....	37
4.4. Su Kullanma Randımanı (WUE, IWUE).....	37

4.5. Verim ve Verim Parametrelerine İlişkin İstatistiksel Sonuçlar.....	40
4.6. Su ve Gübre Uygulamalarının Verim ve Verim Parametrelerine Etkisi.....	43
4.6.1. Dane Verimi.....	43
4.6.2. Bitkide Bakla Sayısı.....	46
4.6.3. Bakladaki Dane Sayısı.....	49
4.6.4. 1000 Dane Ağırlığı.....	52
4.6.5. Bitkide Çiçek Sayısı.....	54
4.6.6. Bitki Boyu.....	56
4.6.7. Yaprak ve Gövde Kuru Madde Miktarı.....	57
4.6.8. Kuru Madde Miktarı.....	59
4.6.9. Gövde ve Yaprak Nem İçeriği.....	62
4.6.10. Yağ Oranı.....	65
4.6.11. Protein Oranı.....	65
4.7. Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkileri.....	66
4.8. Fizyolojik Parametreler.....	67
4.8.1. Stoma İletkenliği.....	67
4.8.2. Klorofil İçeriği.....	71
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
KAYNAKÇA.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Deneme alanının genel görünümü.....	18
Şekil 3.2.	Denemede kullanılan bravo çeşidi a)Çıkış b)Çiçeklenme Dönemi	20
Şekil 3.3.	Sulama suyu dinlenme havuzu	22
Şekil 3.4.	Damla sulama sistemi kontrol birimi.....	23
Şekil 3.5.	Deneme konularının şematik gösterimi.....	26
Şekil 3.6.	Deneme alanının hazırlığı	29
Şekil 3.7.	Burgu ile toprak örneği alınması.....	30
Şekil 3.8.	a:Model SC-1 (LPS0881) b:Minolta SPAD 502.....	31
Şekil 4.1.	Oransal Evapotranspirasyon Açığı İle Oransal Verim Azalışı İlişkisi.....	37
Şekil 4.2.	Sulama düzeylerine göre sulama suyu kullanım etkinliğinin değişimi.....	39
Şekil 4.3.	Sulama düzeylerine göre su kullanım etkinliğinin değişimi.....	39
Şekil 4.4.	Dane verimi ile sulama suyu arasındaki ilişki.....	45
Şekil 4.5.	Birinci örneklemede elde edilen bakla sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişki.....	49
Şekil 4.6.	İkinci örneklemede elde edilen bakla sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişki.....	49
Şekil 4.7.	Tanık (F ₀) konusuna ilişkin bakla başına dane sayısı ile sulama düzeyi arasındaki ilişki.....	51
Şekil 4.8.	F ₂ konusuna ilişkin bakla başına dane sayısı ile sulama düzeyi arasındaki ilişki.....	51
Şekil 4.9.	F ₃ konusuna ilişkin bakla başına dane sayısı ile sulama düzeyi arasındaki ilişki.....	52
Şekil 4.10.	1000 Dane Ağırlığı ve Sulama Suyu Arasındaki İlişki.....	53
Şekil 4.11.	Çiçek sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişki.....	55
Şekil 4.12.	Bitki boyu ile sulama suyu arasındaki ilişkiler.....	56
Şekil 4.13.	Yaprak kuru ağırlığı ve sulama suyu arasındaki ilişki.....	59
Şekil 4.14.	Gövde kuru ağırlığı ile sulama suyu arasındaki ilişkiler.....	59
Şekil 4.15.	Bitki kuru madde miktarı (Çiçeklenme) ile sulama düzeyi arasındaki ilişkiler.....	61
Şekil 4.16.	Bitki kuru madde miktarı (Hasat) ile sulama düzeyi arasındaki....	62
Şekil 4.17.	Gövde nem içeriği ve sulama suyu miktarı arasındaki ilişki.....	64
Şekil 4.18.	Yaprak nem içeriği ve sulama suyu miktarı arasındaki ilişki.....	64
Şekil 4.19.	Tane Verimi ile Bitki Su Tüketimi Arasındaki İlişkiler.....	66
Şekil 4.20.	Tanık konusuna ait stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	68
Şekil 4.21.	F ₂ konusuna ait stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	69
Şekil 4.22.	F ₃ konusuna ait stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	69
Şekil 4.23.	Stoma iletkenliği ve sulama suyu arasındaki ilişki.....	70
Şekil 4.24.	Stoma iletkenliği ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler.....	70
Şekil 4.25.	Stoma iletkenliği ile tane verimi arasındaki ilişki.....	71
Şekil 4.26.	F ₀ uygulamasına ilişkin klorofil içeriği değerlerinin günlere göre	

değişimi.....	72
Şekil 4.27. F ₂ uygulamasına ilişkin klorofil içeriği değerlerinin günlere göre değişimi.....	72



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Denemede kullanılan çeşide ilişkin özellikler.....	20
Çizelge 3.2.	Araştırma alanı topraklarına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	21
Çizelge 3.3.	Deneme alanına en yakın serinyol iklim istasyonunun uzun yıllık ortalama iklim verileri (1945-2006).....	21
Çizelge 3.4.	Deneme yılına ait iklim verileri.....	21
Çizelge 3.5.	Soya bitkisi gelişim dönemleri.....	24
Çizelge 3.6.	Gübre uygulama çizelgesi.....	25
Çizelge 4.1.	Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları.....	35
Çizelge 4.2.	Sulama konularına göre soyanın verim, bitki su tüketimi ve su kullanım etkinlikleri.....	36
Çizelge 4.3.	Varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.4.	Tane verimi ortalama değerleri.....	44
Çizelge 4.5.	Bitkide bakla sayısına ilişkin sonuçlar.....	47
Çizelge 4.6.	Bakladaki dane sayısına ilişkin ortalama değerler.....	50
Çizelge 4.7.	1000 Dane ağırlığı ortalama değerleri.....	53
Çizelge 4.8.	Bitkide çiçek sayısı ortalama değerleri.....	54
Çizelge 4.9.	Konulardan elde edilen bitki boyu ortalama değerleri.....	56
Çizelge 4.10.	Yaprak kuru ağırlığı ortalama değerleri.....	58
Çizelge 4.11.	Gövde kuru ağırlığı ortalama değerleri.....	58
Çizelge 4.12.	Kuru madde miktarı ortalama değerleri.....	60
Çizelge 4.13.	Bitkinin gövde nem içeriği ortalama değerleri.....	63
Çizelge 4.14.	Yaprak nem içeriği ortalama değerleri.....	63
Çizelge 4.15.	Yağ oranına ilişkin ortalama değerleri.....	65
Çizelge 4.16.	Protein oranına ilişkin ortalama değerler.....	66
Çizelge 4.17.	Stoma iletkenliği ortalama değerleri.....	67
Çizelge 4.18.	Klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Ca: Kalsiyum
ET: Bitki Su Tüketimi
K: Potasyum
Ky: Su Kullanım Etkinliği
NPK: Azot Fosfor Potasyum

Kısaltmalar

IWUE: Sulama Suyu Kullanım Etkinliği
KO: Kareler Ortalaması
KT: Kareler Toplamı
SD: Sulama Düzeyi
Sd: Serbestlik Derecesi
SD: Sulama Düzeyi
WUE: Su Kullanım Etkinliği

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği söylemlerinin güçlenmesi ile birlikte su üzerine yapılan araştırmalar büyük hız kazanmıştır. Sınırlı arazi ve su kaynaklarıyla birlikte nüfusun ve gıda talebinin artması, 21. yüzyılda sulama sistemlerinin performansını geliştirmeyi ve takip etmeyi kaçınılmaz hale getirmektedir. Türkiye’de toplam tarım alanlarının 1/3’ü ekonomik olarak sulanabilmektedir ve su tüketiminin % 70’i tarımsal amaçla kullanılmaktadır. Önümüzdeki yıllarda, endüstri ve üçüncü derecedeki sektörlerin artan su talebini karşılayabilmek için mevcut suyun yönetimi önem kazanacaktır (Tanrıverdi ve Degirmenci, 2015). Suyun kullanıldığı her sektörde verimliliğinin artırılmasına yönelik araştırmaların önemli bir kısmını tarımsal su kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalar oluşturmaktadır. Bu araştırmalarda; gelecek dönemlerde küresel ve bölgesel ölçekte su kıtlığı oluşması durumunda ne tür önlemlerin alınması gerektiği belirlenmeye çalışılmaktadır. Dünya gıda üretiminin önemli bir bölümünün kurak–yarı kurak bölgelerinden elde edildiği düşünülürse, bu alanlara uygun projeksiyonların geleceğın planlanması açısından ne kadar önemli olduğu anlaşılır. Dünya gıda üretiminin 2/3’ünün su stresi altında meydana geldiğini belirten Gerten ve Rost (2010), küresel ısınma nedeniyle çoğu ürünün kuraklık nedeniyle negatif etkilere maruz kalacağını belirtmişlerdir.

Su kıtlığı sorunlarının yaşanacağı ülkelerde/bölgelerde hava sıcaklıklarındaki olası artışlara bağılı olarak kullanılabilir su miktarındaki azalmanın hangi düzeyde olduğunun ortaya çıkarılması gerekmektedir. Daha kurak iklim, yağış miktarında düşüş, tarımda su tüketiminin giderek artması, yüzey sularının kaybedilmesi kurak-yarı kurak bölgelerde büyük sıkıntı yaratmış durumdadır. Örneğın, İspanya’da yapılan bir çalışma 1⁰C’lik artışın bile İspanya’daki su oranının % 5-14 oranında azalmasına neden olduğunu göstermektedir. Benzeri bir sıcaklık artışının yaşandığı Cezayir’de su talebi mevcut kaynakların 0.8 trilyon m³ üzerindedir (Anonim 2017). Toplam su rezervlerinin oluşmasında kuşkusuz en önemli parametre yağıştır. Gıda tüketiminde önemli rol oynayan alanlarda yağış miktarındaki azalma kuraklık sorunlarına ve toplam üretim potansiyelinde azalmalara neden olmaktadır. Bu anlamda sahip olduğu iklimsel özellikler bakımından Akdeniz Havzası ülkeleri önemli bir konuma sahiptir. Akdeniz

Havzasında hali hazırda yıllık yağışların yaklaşık % 30 azaldığı düşünülürse, tarımsal anlamda suyun planlanmasının bölge için önemi anlaşılabilir.

Akdeniz Havzasında iklim değişikliği nedeniyle kuraklık sorunları ile gelecekte yüz yüze kalacağı kesinleşen ülkelerden biri de Türkiye'dir. Uzun yıllık verilere göre 646 mm olan yağış miktarı 2012 yılında 625 mm'ye gerilemiştir. Uzun yıllık ortalamalar ile karşılaştırıldığında, yağış miktarı 2012 yılında % 19, 2013 yılında ise % 39 düzeyinde azalmıştır. Sunulan bu çalışmanın yürütüldüğü araştırma istasyonunda 2013 yılında düşen yağış miktarı 483 mm olarak ölçülmüştür. Sonraki yıl artan bir seyir izlese de yağış miktarının 2015 kış sezonunda yeniden azalma eğiliminde olduğu gözlenmektedir (Anonim, 2014).

Toplam su potansiyelindeki azalma tarımsal su kullanımında tasarruf sağlayacak sulama yöntem ve programlarının ve öncelikli bitkilerin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Günümüzde sulama yöntemleri içerisinde en büyük su tasarrufu, basınçlı sulama yöntemlerinden, özellikle damla sulama yönteminden sağlanmaktadır. Söz konusu yöntem ile birlikte su tasarrufu sağlayan sulama programlarının soya gibi besin ihtiyacının karşılanmasında öncelikli bitkilerde uygulanması gelecekteki gıda planlamaları açısından önemlidir.

Soya (*Glycine max* (L.) *Merrill*), yağ ve protein içeriği açısından Dünyayı besleyen 5-6 önemli bitkiden biridir (Doorenbos ve Kassam, 1979). Dünya genelinde yaklaşık olarak 121 milyon ha alanda 321 milyon ton soya üretimi (2015 yılı) gerçekleştirilmektedir (USDA, 2015). Genel olarak kurak yarı kurak alanlarda üretimi yapılan soya bitkisi ülkemizde de en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Yıllara bağlı olarak üretim alanlarındaki değişme nedeniyle yıllık üretim miktarlarında farklılıklar görülen soya bitkisi 2012 yılında 122.114 ton, 2013'de 180.000 ton olarak gerçekleşmiştir. İki bin on iki yılında üretilen toplam bitkisel ürünler içerisinde soyanın payı % 0.2 iken, 2013 yılında % 47.4 artışla % 0.3'e yükselmiştir (TÜİK, 2013). Yağlı tohumlarda üretim miktarı 2012 yılı ile kıyaslandığında, 2013 yılında ayçiçeği üretiminin % 11.2, yer fıstığı üretiminin % 15.1 artarken, soya üretimi % 47.4 artmıştır (Anonim 2013).

Suya karşı son derece kolay tepki veren soya bitkisinin mevsimlik su tüketimi 450-800 mm arasında değişmektedir (Farias et al.,2007). Doorenbos ve Kassam, (1979), tarafından yapılan araştırma soya bitkisinin hasat dönemine kadar hem büyüme hemde

gelişme evreleri açısından farklı aşamalara sahip olduğunu göstermektedir. Soya bitkisi genel olarak iki gelişme dönemi ile karakterize edilir. Bu dönemlerin ilki çimlenme ve çıkıştan sonra çiçeklenme dönemine kadar devam eden vejetatif gelişim evresi (V) diğeri ise çiçeklenmeden tohum olgunluğuna kadar süren generatif gelişim (R) evresidir (Herman, 1992). Bitkinin generatif gelişme evresi bitkide bakla ve tohum oluşum dönemlerinde fizyolojik farklılıkları ifade eder. Generatif evre, çiçeklenme oluşumundan (R1), bitkide tohum oluşumuna kadar olan (R4) dönemlerini kapsar. Son evre ise hasat dönemi olarak da değerlendirilebileceğimiz (R8) evresidir (Çırak, 2005).

Soya gelişme dönemlerinin tamamında suya ve besin elementlerine karşı farklı düzeylerde tepki verebilen bir bitkidir. Su tüketiminin yüksek olması nedeniyle kısıtlı sulama araştırmalarında önemli bir yere sahip olan soya bitkisinin su tüketimini azaltmaya yönelik farklı iklim alanlarında çok sayıda araştırma yapılmıştır (Doğan ve ark., 2007, Karam, ve ark., 2004, Rosadi B., 2007, Kırdı ve ark., 1999). Bu araştırmalarda su tasarrufuna yönelik (damla sulama gibi) sulama yöntemlerinin yanı sıra, bitkinin ihtiyaç duyduğu sulama suyu gereksiniminden daha az suyun uygulanması olarak tanımlanabilecek kısıtlı sulama uygulamaları önem kazanmaktadır (Mitchell ve ark., 1989).

Kısıtlı sulama, uygulanan her birim sudan en yüksek verimi elde etmek için maksimum su kullanma etkinliği sağlayan önemli bir sulama stratejisidir (Kırdı, 2000). Soya bitkisinde kısıtlı sulamanın etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda su stresinin bitki üzerine fizyolojik etkileri ve verim potansiyelindeki azalmalar ve sağlanan su tasarrufu konuları irdelenmiştir. Örneğin, soyanın tüm gelişme dönemi süresince % 40-60 oranında su kısıtı uygulandığında bitkinin 4. haftadan sonra su stresine girdiğini ve optimum verim için vejetatif dönemde su kısıtlılığı uygulamanın mümkün olduğu belirtilmektedir (Rosadi ve ark., 2005). Yağmurlama sulama yöntemi ile tam ve kısıtlı sulama (sezon boyunca 150 mm sulama suyu) uygulanması durumunda her iki uygulamadan da aynı verimin elde edildiği, verimin tam sulamada 0.0-0.4 Mg ha⁻¹ kısıtlı sulamada ise 0.4 Mg ha⁻¹'dan 2.8 Mg ha⁻¹'a kadar arttığı belirlenmiştir. Tam sulamayla karşılaştırıldığında, kısıtlı sulamada ortalama 119 mm'lik su tasarrufu sağlanmıştır (Schneekloth ve ark., 1991). Benzer şekilde tam sulamada (150 mm) elde edilen verimin yaklaşık % 88.2'sinin (tam sulamanın % 53'ü) eksik verilen kısıtlı sulama uygulamasından elde edilmiştir (Hergert ve ark., 1993).

Ülkemiz ve dünyada bitkisel verim artışı ve gübre tüketimi arasında yüksek bir ilişki vardır (Eyüpoğlu, 2002). Sulama uygulamalarında kısıtlı sulama stratejisi nasıl ki su kullanım etkinliğini artırıyorsa, besin elementi uygulamalarında da gübrenin su ile verilmesi gübre etkinliğini artırmaktadır. Fertigasyon olarak isimlendirilen bu yöntem, birçok farklı iklim, bitki ve toprak tipinde başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir (Papadopoulos, 2005). Fertigasyonda gübre etkinliğinin, diğer klasik gübreleme yöntemlerine göre daha yüksek olduğu çok sayıda araştırma ile ortaya koyulmuştur (Malik ve ark, 1994; Gaskell, 2004). Mısır bitkisine gübrenin geleneksel ve fertigasyon yöntemleri ile verildiği araştırmada, fertigasyon uygulamasının % 31 daha yüksek verime neden olduğu belirtilmiştir (Gonzalez Meza ve ark 1998). Bununla birlikte su kullanım etkinliğinin (WUE) artırılmasında da fertigasyon uygulamalarının etkisi söz konusudur. Janat ve Kurdali, (2005), biogübrelemede ve damla sulama yöntemi ile yapılan gübrelemede WUE değerinin yüzey sulamadaki WUE değerinden % 40-70 daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada amaç, ülkemizdeki tarımsal gayri safi milli hâsılada önemli bir kısmında katkısı olan soya bitkisinin sulama olanakları konusunda varsa bölgesel farklılığı ortaya koymak, gerekli gübre miktarının farklı gelişme dönemlerinde bölünerek uygulanması ile soya veriminde ve kalite özelliklerinde artış sağlanıp sağlanamayacağını belirlemektir. Çalışmanın yürütüldüğü bölge ekolojisinin araştırmaya konu olan bitki için çok uygun olmasına karşın kültürel uygulamaların verim ve verim öğeleri üzerine etkileri konusunda kapsamlı bir çalışma şimdiye kadar yapılmamıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yağış-Kuraklık ve Tarımsal Su Kullanımı:

Küresel iklim değişimi, en büyük baskıyı su kaynakları üzerine oluşturmaktadır. Kullanılabilir su potansiyelinin esas kaynağını oluşturan yağışların azaldığını gösteren araştırmalar özellikle kurak-yarı kurak bölgelerde durumun çok daha ciddi sonuçlara neden olabileceğini göstermektedir. Dünya genelinde yaklaşık % 40'lık bir alanın kurak-yarı kurak bölgelerden oluşması (Gamo, 1999) ve iklim değişimi nedeniyle gerçekleşen yağış azlığı ve şiddetinin bu bölgelerde tarımsal üretimi azaltabileceği kaygısı, kuraklık ve bitkisel üretim arasındaki ilişkilerin araştırıldığı makale sayısını artırmıştır (Suyker ve ark., 2009).

Dünya genelinde yaşanan yağış azlığı, ülkemizde de önemli sorunlara neden olmaktadır. Türkiye kurak ve yarı kurak iklime sahip bir bölgede yer almaktadır. Sahip olduğu iklimsel özellikler açısından gıda gereksiniminin karşılanmasında rol oynayan birçok bitki grubu için önemli avantajlara sahiptir. Pamuk, Mısır, Soya, Turunçgiller ve benzeri birçok bitkide verim yaz mevsiminde yapılacak sulamalara bağlıdır. Söz konusu bitkilerin yetiştiği dönemde daha yüksek verim elde etmek için yapılan sulama uygulamaları, her yıl yoğun miktarda sulama suyuna gereksinim göstermektedir. Ancak son yıllarda yaşanan iklim değişikliği ve sonucunda meydana gelen kuraklık, sulama mevsiminde önemli sorunlara neden olmaktadır. Bu durumun meydana gelmesinde kış yağışlarının eksikliği ve sulama döneminin aşırı sıcak geçmesi önemli rol oynamaktadır. Türkiye'nin önemli ovalarından Seyhan Ovası'nda yapılan araştırmada 2070 yılına kadarki sürede farklı model hesaplamalarına bağlı olarak yağış miktarının % 29.4-34.7, nehir akışlarının % 37.5-46.4, su depolama kapasitesinin % 24.7 azalacağı hesaplanmıştır (Tezcan ve ark., 2007). Trakya, Ege, Batı ve Orta Akdeniz, Güneydoğu Anadolu'nun bir kısmı ile İç Anadolu bölgesinde yağışların % 30-40 oranında azalacağı öngörülmektedir (Demir ve ark., 2008). Şen ve Başaran, (2007), yağış miktarının azalması ile Konya gibi 'yarı kurak' bölgelerin gelecekte 'kurak' hale geçmesinin kaçınılmaz olacağını belirtmişlerdir. Bu araştırmanın yürütüldüğü Hatay İli sınırlarında yer alan Amik ovasında 2012 yılında yıllık ortalama yağış miktarı 843 mm iken 2013 yılında yaklaşık 500 mm seviyesine gerilemiştir. Yağışlı geçmesi beklenen 2015 yılı

Kasım ayında düşen yağış miktarı uzun yıllık Kasım ayı verilerine göre % 74 azalmıştır. Söz konusu azalma sadece Asi Havzası ile sınırlı kalmamıştır. Aynı dönemde ülkemizde bulunan 26 su havzasının tamamında hem uzun yıllık hemde bir önceki yıla göre yağış miktarlarının % 15.8 (Doğu Karadeniz Havzası) ile % 78 (Seyhan, Ceyhan ve Konya Kapalı Havzaları) arasında azaldığı, hiçbir havzada yağışların normal seyirinde ya da artış eğiliminde olmadığı belirlenmiştir (Anonim, 2014).

Yağışların azalması depolama alanlarında (baraj, göl, gölet vb.) ve yeraltı su rezervlerinde suyun yeterince birikmemesine neden olmaktadır. Bu durum özellikle sulama mevsiminde ihtiyaç duyulan su miktarı karşılanamadığı için tarımsal üretimde sorunlara neden olmaktadır. Hali hazırda ülkemizde tarımsal üretimin yoğun yapıldığı bölgelerde bitki yetiştirme döneminde yaşanan mevsimsel kuraklık bu sorunun şiddetini daha da artırmaktadır. Bu durumun üstesinden gelinebilmesi için dünyada olduğu gibi ülkemizde de çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Sulu tarımda kurağa dayanıklı bitkilerin (veya çeşitlerin) seçimini, kuraklık toleransını artırıcı bazı kültürel önlemlerin alınması çoğu araştırmacının odak noktasını oluşturmaktadır. Bitkilerin kurak (ya da kısıtlı su) koşullardan daha az etkilenebilmesini sağlamaya yönelik ıslah çalışmaları yaklaşık 80 yıldan beri araştırılan bir konudur. Elde edilen sonuçlar, birçok bitkide bir miktar verim artışının ıslah yoluyla elde edilebildiğini göstermektedir. Bu artışların sağlanmasında bitkilerin su eksikliğine karşı fizyolojik ve moleküler tepkilerinin neler olduğu konusundaki temel araştırmalar önemli rol oynamıştır. Bitki fizyolojisi ve moleküler biyoloji konusunda çok önemli bilgilerin bulunmasına karşın bugün hala optimal koşullar ile stres koşulları arasında önemli verim farkları vardır. Bu farkları minimize etmek ve farklı stres koşullarında verimi stabil hale getirme çabaları tarımda en önemli çalışma alanlarından birisini oluşturacaktır.

Türkiyede su kaynaklarına ilişkin esas sorun sektörel su kullanımında yaşanan planlama eksikliğidir. Suyun kullanım oranları açısından en büyük pay tarımsal sulamaya aittir (% 72). Evsel (% 18), endüstriyel (% 10) kullanım ise daha düşük seviyelerdedir. Su kullanım verimliliği açısından önemli sorunların yaşandığı ülkemizde sulanan alanların % 88.5'inde yüzey su kaynakları kullanılmaktadır. Sulanan alanların % 8.5'inde yağmurlama sulama % 3.5'inde damla sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Söz konusu oranlar değerlendirildiğinde, tarımsal su kullanımında büyük bir israf söz konusu olduğu görülmektedir. (Divrak, 2010).

2.2. Su Kullanma Randımanının Artırılmasında Kullanılan Yöntemler

Tarımın diğer sektörlere göre daha yüksek su kullanım oranına sahip olması suyun daha etkin kullanım olanaklarının araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Tarımsal üretim planlamaları dikkate alındığında 2020'li yıllara kadar su kullanımında önemli artışlar olacağı öngörülmektedir (Feres ve ark., 2003). Bu nedenle geçen yüzyıl içerisinde suyun etkin kullanımına yönelik farklı yöntemler geliştirilmiştir. Salma sulamanın yerine basınçlı sulama (özellikle damlama sulama) sistemlerinin kullanımı, toprak ve bitki göstergeleri vasıtasıyla sulama zamanına karar verilmesi, daha az su ile verimi artırmaya yönelik kısıtlı sulama uygulamaları en önemli gelişmeler olarak görülmektedir.

Bitki yetiştirme mevsimi süresince bitkinin ihtiyaç duyduğu sulama suyu gereksiniminden daha az suyun uygulanması olarak tanımlanabilecek kısıtlı sulama kavramı, ilk olarak 1970'li yılların başında Avustralya ve Yeni Zelanda'da uygulanmaya başlamıştır. O dönemde öncelikli amaç aşırı büyüyen, geç olgunlaşan meyve ağaçlarının yaz budaması ile vegetatif gelişimlerini azaltmaktır. Sulama suyunun tasarrufu ikincil önemdedir. Anılan ülkelerdeki araştırmacılar meyve gelişiminin yavaş olduğu dönemlerde potansiyel bitki su tüketiminin (Et) yaklaşık % 25'i düzeyinde su kısıtlılığına gittiklerinde, meyve veriminin arttığını ve daha büyük meyve iriliğine ulaşıldığını bildirmişlerdir (Mitchell ve ark., 1989). İspanya ve Kaliforniya'da yapılan çalışmalarda ise araştırmacılar aynı sonuçlara ulaşmakta başarısız olmuşlardır (Girona ve ark., 1993, 2002; Goldhamer ve ark., 2002). Bu durum kısıtlı sulama uygulamalarının çeşide, toprak tipine ve evaporatif gereksinime bağlı olarak değişebileceğini ve başka alanlarda da denenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Araştırmalar kısıtlı sulamanın kurak alanlarda sürdürülebilir bir üretim için önemli ve değerli bir bakış açısı yarattığını belirtmektedirler. Bitkilerin kurağa duyarlı oldukları dönemde yapılacak kısıtlı su uygulamasının su verimliliğini maksimum düzeye çıkaracağı ve verimi dengede tutacağı görülmektedir. Araştırmacılar kısıtlı sulama konusunda Dünya genelinde yapılmış çalışmaları incelediklerini belirterek kısıtlı sulamanın avantajlarını ve dezavantajlarını belirlemeye çalışmışlardır. Yaptıkları incelemede, kısıtlı sulamanın önemli verim azalmasına neden olmadan çeşitli bitkiler için su verimliliğini arttırabildiği, bununla birlikte belirli düzeyde mevsimlik nem

miktarının garanti altına alınabildiği ortaya konulmuştur. Ancak kısıtlı sulamanın uygulanabilmesi için bitkinin farklı genotip ve fenolojik evrelerde kuraklığa toleransındaki değişimin ve kuraklık stresine tepkisinin kesin olarak bilinmesini gerekmektedir (Geerts ve Dirk, 2009).

Suyun kısıtlı kullanımının yanı sıra damla sulama gibi sulama yöntemleri de suyun daha verimli ve etkin kullanımında başarılı biçimde uygulanmaktadır. Sulama yöntemleriyle ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalarda damla sulamanın su tasarrufu, kalite, işçilik ve yabancı ot mücadelesi yönünden diğer sulama yöntemlerine göre daha üstün olduğu ortaya konulmuştur (Karaca ve ark., 2001). Üstelik yöntemin başka uygulamalar için oluşturduğu zemin, son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Örneğin fertigasyon olarak bilinen ve bitki kök bölgesinde su ve besin maddelerinin optimum düzeyde tutulması için gübrelerin sulama suyu ile birlikte verilmesi tekniği (fertigasyon yöntemi), gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Damla sulama sistemi bu amaçla kullanım için en uygun yöntemdir (Papadopoulos, 1993).

Fertigasyon yönteminde gübre etkinliğinin, diğer klasik gübreleme yöntemlerine göre yüksek olduğu çok sayıda araştırma ile ortaya konmuştur (Malik ve ark., 1994; Gaskell, 2004, Boman ve Obreza, 2008, Çetin ve Tolay, 2009, Burt ve ark., 1998).

Fertigasyonun geleneksel gübre uygulamalarına göre en önemli üstünlüklerinden biri, besin elementlerinin derine sızma ile uygulama kayıplarını azaltmasıdır. Buna ek olarak, Papadopoulos (1985), fertigasyonun gübrelere bağlı toprak çözeltisi tuzluluğunun düzensiz değişimini azalttığını; böylece özellikle tuza duyarlı bitkiler için toprak çözeltisinin iyileştirildiğini belirtmektedir. Ancak yöntemin geleneksel uygulamadan farklı olması ve üreticiye sağlayacağı net karın (zaman ve işgücü maliyetindeki azalmanın) somut olarak üreticiye gösterilmesi gerekmektedir. Bu amaçla dünyada (Bussı ve ark., 2003; Papadopoulos, 1987) ve ülkemizde (Kırda ve ark., 2003) çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Etkin su kullanımı fertigasyon uygulamalarında birincil hedefler arasında yer almaktadır. Optimal sulama planlaması (fertigasyon uygulama sıklığı), suyun etkin kullanımı ve su tasarrufu açısından çok önemlidir. Besin elementleri ve suyun doğru şekilde sağlanması üretimi kontrol etmeyi, stres durumlarını önlemeyi ve daha etkin su kullanımını sağlamaktadır (Raviv ve Blom, 2001).

Bitkilerdeki iç mekanizmalara ek olarak dengeli bir besin kaynağı ile su stresinin olumsuz etkileri en aza indirilebilir. Zorunlu olarak sınıflandırılan besinler arasında potasyum (K), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) soya fizyolojisi üzerine su stresinin etkisini azaltmadaki rolleri ile ilgili en fazla çalışılan besin elementleridir (Waraich ve ark., 2011).

Soya bitkisinde yüzey ve damla sulama yöntemleri ile yapılan gübrelemede geleneksel gübreleme ve aşılamanın etkisi araştırılmış ve sulama ve aşılama yöntemlerine göre azot dağılımının değişkenlik gösterdiği ve azotun yaklaşık % 67'sinin aşılama nedeniyle soya tohumlarında biriktiği belirlenmiştir. Ancak yüzey sulamada biyolojik azot fiksasyonu % 50 düzeyinde gerçekleşmiştir. Aşılama ve fertigasyonda soya ve sorgumun su kullanım etkinliği (WUE) değeri yüzey sulamadan daha yüksek saptanmıştır. Su kullanım etkinliği soyada % 40-70, sorgumda ise % 77-90 arasında gerçekleşmiştir (Janat ve Kurdali, 2005).

Uygun sulama ve gübreleme programlarının bilinmesi fertigasyon yönteminin başarılı olabilmesi için önemlidir. Bu yöntem ile azot, fosfor ve potasyumun yanında diğer makro ve mikro bitki besin maddelerini uygun oranlarda ve miktarlarda bir arada uygulamak mümkündür (Benli, 2002). Söz konusu yöntemde en yaygın kullanılan besin elementi azottur. Fosfor, potasyum, kükürt, çinko ve demir ise daha az kullanılan besin elementleridir. Fertigasyon uygulaması gübre kullanım maliyetini azaltabilmesi yanında ihtiyaç duyulduğunda besin elementlerinin hızlı şekilde uygulanmasıyla verimliliği arttırılabilir. Yöntem, bitkiler tarafından besinlerin hızlı bir şekilde alınımı yavaşlatarak azotun yıkanma ve denitrifikasyon kayıplarının azalmasına neden olur (Singandhupe ve ark., 2003).

2.3. Gıda Gereksiniminin Karşılanmasında Öncelikli Bitki: Soya (*Glycine Max* (L.))

Soya (*Glycine max* (L.)) gıda gereksiniminin karşılanmasında en önemli bitkilerden biridir (Wilcox ve Shilbes 2001; Li ve Burton 2002). Önemli bir yağlı tohum bitkisi olması nedeniyle dünya genelinde büyük bir üretim potansiyeline sahiptir. Günümüzde yağı ve hayvan beslenmesinde yüksek proteinli yem olarak kullanılması önemini arttırmaktadır (Singh Shivakumar, 2010). Soya yaklaşık % 40 protein ve % 20 yağ içermektedir (Juan ve Zhen, 2010). Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Asya'nın

birçok bölgesinde üretimi yapılabilen soya bitkisinin en büyük üreticisi ve ihracatçıları ABD ve Brezilya'dır (Kumudini, 2010).

Soyanın gelişimi iki belirgin büyüme tipi ile karakterize edilir. Bunlar çimlenme ve çıkışı müteakip çiçeklenmeye kadar devam eden vejetatif gelişim evresi (V), diğeri ise çiçeklenmeden tohum olgunluğuna kadar süren generatif gelişim evresidir (R) (Herman, 1992). Bitkinin en önemli gelişme dönemleri R2, R3, R4 ve R5 dönemleridir. Tam çiçeklenme (R2) döneminde soya bitkisi toplam besin ve kuru madde birikiminin % 25'ini gerçekleştirmekte, olgunluk ağırlığının ve toplam boğum sayısının % 50'sine ulaşmaktadır. Bu devrede maksimum seviyeye ulaşan N, P, K alımı ve kuru madde birikimi, R6 devresine kadar devam etmektedir. Bitki üzerinde yeni çiçeklerin görünmesi R2-R3 devreleri arasında başlar ve R5 devresine ulaşıldığında son bulur. Yan kökler aşağıya doğru gelişmeye başlar ve azot fiksasyonu da hızla artar (Wang ve ark., 1999).

Bakla oluşumunun başlangıcı (R3) döneminde yaşanan sıcaklık ve su stresi bakla sayısını, bakla iriliğini ve bakla içerisindeki tohum sayısını azaltmak suretiyle verimi olumsuz yönde etkileyebilir. Soya geçici çevresel stres etmenlerinden sonra kendini toplama kabiliyetinde olmasına rağmen, R1 devresinden R5 devresine doğru bu yeteneğini yitirmektedir. Bu devrede nem, sıcaklık gibi ekolojik faktörlerin olumlu yönde seyretmesi bakla sayısında artışla sonuçlanır. Çiçeklenme döneminde (R1) normal şartlarda çiçeklerin % 60-75'i dökülmektedir. Çiçeklerin yarısı baklalar gelişmeye başlamadan önce, diğeri yarısı da döllenerek bakla meydana getirdikten sonra dökülür. Ancak çiçeklenme periyodu uzun süren soya çeşitlerinde bitkiler bu zararı daha yüksek bir oranda telafi edebilirler. Bitki bu dönemde kuraklığa karşı oldukça duyarlıdır (İşler, 1992; Shou ve ark., 1991). Hızlı bakla oluşumu (R4) dönemi tohum verimi açısından en önemli devredir. R4-R6 devreleri arasında meydana gelen herhangi bir stres, diğeri devrelere göre verimde daha fazla bir azalmaya sebep olur. Verimdeki düşüş daha ziyade bakla sayısının azalmasıyla olur. Şayet ihtiyaç varsa bu devrede mutlaka sulama yapılmalıdır (Çırak, 2005). Tohum Oluşumu Başlangıcı (R5), devresinde bitkiler daha fazla miktarda su ve besin maddesine ihtiyaç duyarlar. Tohumların dolması için gerekli olan besinlerin yarısı bitkinin vejetatif kısımlarından, diğeri yarısı ise nodüller tarafından fikse edilen azot (N) ve kökler tarafından alınan besinlerden karşılanır. Bu devrede yaprakların tamamının dökülmesi verimi % 80 oranında düşürür.

Zira bitkinin çeşitli stres etmenlerinin sebep olduğu zararlanmaları telafi edebilme kabiliyeti oldukça azalır. Çevresel stresten kaynaklanan verim kayıpları tohumların küçülmesinden ziyade bakla sayısı ve bakla içerisindeki tohum sayısının azalması ile gerçekleşir (Smiciklas ve ark.,1989). R5 dönemi, bitki besin elementlerinin alımının en yüksek olduğu dönemdir (Slipcevic ve ark. 1992). Toplam asimilasyonun % 40'ı, toplam kuru maddenin de % 32'si bu devrede oluşur (Zhao ve ark., 1994).

2.4. Kısıtlı Su ve Gübre Uygulamalarının Soya Bitkisine Etkileri

Su kısıtlamasından kaynaklanan verim kayıplarını önlemek amacıyla her bir iklimik çevre için o bölgeye göre ekim yapmak bir başka stratejidir. Çeşit, su tutmayı belirleyen toprak tipi ve iklim göz önünde bulundurularak bölgeye adapte olmuş olmalıdır. Kuraklığın daha yüksek olduğu bölgelerde su kısıtlılığına daha fazla tolerans gösteren çeşitleri yetiştirmek esastır. Dolayısıyla, toprağın fiziksel ve kimyasal koşulları uygun olduğunda, derinlerde iyi bir kök gelişimini sağlayan çeşit ve ekim zamanı ile su kısıtlılığının etkisini minimize ederek soya tane veriminde yüksek verim elde etmek mümkündür (Souza ve ark., 2013). Bitkiler su kısıtlılığı dönemlerine dayanabilmek için atmosferik su buharı isteğinin daha fazla olduğu günün en sıcak saatlerinde normal turgor basıncındaki su seviyesini koruyabilmelidir. Bu, toprak profilinin daha derin katmanlarındaki suya ulaşmayı sağlayan iyi bir kök sistemine sahip olan bitki ile mümkündür (Farias ve ark., 2007). Genel olarak, tüm şartlar altında verimliliği sağlamak ve biyokütle üretimi amacıyla asimile karbonun sorumlu olduğu fotosentez işlemi, minimum bir etkinliğe sahip olmak zorundadır. Soya döngüsü esnasında kısıtlı su şartlarından etkilenen temel fizyolojik işlemlerden birisi fotosentezdir (Souza ve ark., 2013).

Soyanın verim parametreleri, stresin ürün oluşum döneminde meydana gelmesi halinde önemli ölçüde değişiklik gösterirler. Verim açısından en kritik dönem, bitkinin tam dane oluşumunun sağlandığı (R4) dönemidir. Bu dönem meydana gelebilecek herhangi bir stres bitki başına toplam baklada önemli miktarda kayıpla sonuçlanır (Hall ve Twidwell, 2002).

Soyanın azot ve su ihtiyacı R3 döneminden sonra çok fazladır. Bu durum, bu dönemde soyanın azot gübrelemesi ile çok ilişkilidir. Soya bitkisi azot ihtiyacının büyük

bir kısmını atmosferik azot fiksasyonundan sağlar fakat % 50'sini topraktan alır (Salvagiotti ve ark., 2008). Soya, uygun bakteri aşılması ile toprağa 10-30 kg da⁻¹ azot bağlayabilir (Coşkan A., Doğan K., 2011). Azot fiksasyonu R2 ve R3 gelişme dönemlerinde pik yapar ve tohum oluşumu başlangıcı dönemi olan R5 ya da sonrasında kadar devam eder (Harper ve Hageman, 1972). Azotun erken uygulanması nodül oluşumunu geciktirebilir ve azot fiksasyonunu baskı altına alabilir (Shiples, 1998), mineral azot uygulamaları, biyolojik azot fiksasyonunu olumsuz yönde etkileyebilir (Doğan, 2007). Fakat R3 gelişme döneminde toprağa azot uygulamak azot fiksasyonu üzerine herhangi bir negatif etkisi olmaksızın azot alımını arttırabilir (Wortmann ve ark., 2014).

Farklı düzeylerdeki tohum gübrelemesinin (aşılamanın) ve fertigasyonun (damla sulama ile gübrelemenin) etkisinin araştırıldığı çalışmada, aşılama dozu 75 kg hm⁻² karbomit, 150 kg hm⁻² diamonyum fosfat, 90 kg hm⁻² potasyum sülfat olarak, fertigasyon gübreleri ise, 127.5 kg hm⁻² karbomit, 133.5 kg hm⁻² potasyum dehidrojen fosfat olarak belirlenmiştir. Uygulama olarak T1 (yarım aşılama), T2 (tam aşılama), T4 (yarım aşılama ve çiçeklenme döneminde damla sulama ile gübrenin yarısı), T5 (yarım aşılama ve tohum oluşumu döneminde damla sulama ile gübrenin yarısı) konuları esas alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, damla sulama ile aşılamanın azot birikimi ve verimi teşvik etmesi açısından önemli olduğunu göstermiştir. Verim açısından en iyi uygulama T5 olarak belirlenmiştir (Yan ve ark., 2015).

Desclaux ve ark., (2000), soyanın farklı gelişim dönemlerinde su stresinin etkisini değerlendirdiği çalışmada, V4 ve çiçeklenme (R1-R3) dönemlerindeki kuraklığa en duyarlı özellik olan ortalama boğum uzunluklarını ve bitki boyundaki azalmanın V4 döneminde gerçekleşen su stresi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bitki başına düşen bakla sayısı üreme dönemindeki su stresinden (R1-R3) önemli derecede etkilenmiştir. Bakla dolun döneminde meydana gelen su stresinden en çok dane ağırlığı ve bakla başına düşen tane büyüklüğü etkilenmiştir.

Rosolem (2005), soyanın su isteğinin en yüksek olduğu dönemin çiçeklenme başlangıcı olduğunu ancak bakla başlangıcından (R3) sarı yapraklara (R7) kadar olan su kısıtının verim için en kritik dönemler olduğunu saptamıştır. Dane verimi ile yağış miktarının ilişkilendirildiği çalışmada, baklanın ortaya çıkması ve çiçeklenme arasında su stresi uygulandığında soya tane veriminin 1.275 kg ha⁻¹ olduğu saptanmıştır. Fakat

bu dönemde hiçbir su kısıtlaması olmadan yağışın her bir mm'si için verimde 3.8 kg ha⁻¹'lık artışın olabileceği öngörülmüştür. Bakla dolum döneminde su stresi uygulanan konuda her 1 mm yağış için verimde 13 kg ha⁻¹'lık bir artış belirlenmiştir. Çiçeklenme başlangıcında bitkideki su isteği daha fazla olmasına rağmen soyanın bakla dolum döneminde su stresine daha hassas olduğu ileri sürülmüştür (Desclaux ve ark., 2000). Bu sonuçlar Nogueira ve Nagai, (1988)'nin sonuçları ile benzerlik göstermekle birlikte diğer çalışmalar, R6 ve R7 gelişme dönemleriyle karşılaştırılırsa R1 ve R4 dönemlerinde su stresinin tohum verimini önemli derecede azalatabildiğini göstermektedir (Eck ve ark., 1987; Hoogenboom ve ark., 1987).

Catuchi ve ark., (2011), V4 döneminde uygulanan su kısıtının yaprak alanında yaklaşık olarak % 40 oranında azalmaya yol açtığını gözlemlemişlerdir.

Soya bitkisinin su isteği, gelişme sezonu boyunca hava şartlarının, çeşitlerin ve toprağın bir fonksiyonu olarak değişir (Scott ve ark., 1987). Örneğin; bakla dolum döneminde ve anthesis döneminde soyanın su isteği diğer dönemlere göre daha yüksek olmaktadır (Doss ve ark., 1974).

Soya bitkisinde sulama planması üzerine yapılan çalışmalar, vejetatif dönemde sulama yapılmayan uygulamadan tüm sezon boyunca sulama yapılan uygulamadan elde edilen verim kadar yüksek verim elde edileceğini göstermektedir (Ashley ve Ethridge, 1978). Bu uygulama vejetatif dönem gibi daha az hassas dönemlerde daha fazla stres uygulanabilir fakat tane dolum ve üreme dönemleri gibi kritik dönemlerde bitkiyi zayıflatır. Su stresi altında soyanın tüm kök uzunluğunun arttığı bilinir oysa ki kök gelişim oranı azalmaktadır. Fakat daha sonra kritik tohum dolum dönemi boyunca turgor basıncını korumak için başarılı bir yol olarak kabul edilen erken sezonda küçük bir sürgün/kök oranı ile yağış dönemleri boyuca telafi edilmektedir (Hoogenboom ve ark., 1978b). Pratik bir sonuç olarak, evaporasyon su kaybının başlıca nedeni olduğunda, vejetatif dönemde sulamanın yapılmaması ile sulama suyu kullanım etkinliğinin yükselmesi sağlanabilir (Neyshabouri ve Hatfield, 1986).

Catuchi ve ark., (2012), su kısıtına toleranslı (BR48) ve duyarlı olan (EMBRADA16) iki soya çeşidinin yaprak alanı ve biyomasa olan tepkilerini çalıştılar. Araştırmacılar üreme döneminde uygulanan su kısıtı nedeniyle iki çeşidinde su kısıtı koşullarında (Embrada16 çeşidine ait kök kuru ağırlığı özelliği dışındaki) tüm parametrelerde bir azalma gözlemlemişlerdir.

Neumaier ve ark., (2000), kısıtlı su şartları altında biomas parametrelerinin azalmasının, azalan fotosentez oranı ile ilgili olduğu ve tanede kuru madde birikiminin azaldığını saptamışlardır.

Purcell ve ark., (2000)'e göre, su kısıtı koşullarında azot fiksasyonunun soya sürgünlerinde azalmaya neden olan ürünlerin birikimini arttırmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar uygun mangan beslenmesinin su kısıtı altındaki bitkilerde N₂ fiksasyonu sürecini uzattığını ve üreidin kırılmasını desteklediğini belirtmişlerdir. Ayrıca daha büyük nodül üreten soya bitkilerinin su kısıtlılığı altında azot fiksasyonunun azalmasına duyarlılığı azalmıştır (King ve Purcell, 2001).

Ainer ve ark., (1999), Mısır'da farklı iklim alanlarında soya bitkisinin gelişme dönemi uzunluğunun 100-120 gün, sulama suyu isteği ise 325-436 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yine Mısır'da 5 ayrı alanda 1997-2001 yılları arasında yürütülen bir araştırma sulama sezonunda sulama suyu gereksinimi 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 yıllarında sırasıyla 510 mm, 417 mm, 455 mm, 421 mm ve 390 mm olarak hesaplanmıştır (Ouda ve ark., 2008).

Su kısıtlılığı, verim azalışının sürdürülebilir bir değere imkan sağlayan ve bitkiler için sulama suyu miktarını optimize eden bir stratejidir. Kısıtlı suya adaptasyon, bitkinin evapotranspirasyon miktarının bilinmesine, kritik gelişme dönemlerinin tam olarak belirlenmesine bağlıdır (English, 1990).

Yao ve ark., (2015), tarafından toprak nemi ve gübrenin düşük, orta ve yüksek dozda uygulanması halinde soyada tane verimi ve yaprak alanı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; yaprak alanı ve tane veriminin toprak nem içeriği ile pozitif korelasyon oluşturduğu belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek tane verimi yüksek toprak nem içeriğinde ve orta düzey gübre uygulamasından elde edilmiştir. Su kullanım etkinliği (WUE) tane verimi ile yakın korelasyon göstermiş ve en yüksek WUE değeri yüksek toprak nemi ve orta düzeydeki gübre uygulamasında belirlenmiştir.

Soya, dane oluşum dönemi boyunca yüksek oranda azot kullanır, ki bu dönem bitkinin topraktaki organik azotun mineralizasyonu ve biyolojik azot fiksasyonundan daha yüksek oranda azot kullanabildiği dönemdir. Araştırmalar, 2.182 m³ da⁻¹'dan daha düşük olan verimlerde erken dane oluşumunda uygulanan azota olan tepkisinin muhtemelen daha düşük olduğunu göstermektedir (Wortmann ve ark., 2014).

Suriye’de yapılan tarla çalışmalarında bitkinin ihtiyaç duyduğundan daha az su ile yapılan sulamaların su verimliliğini önemli ölçüde arttırdığını göstermektedir. Uygulanan sulama suyunun verimliliği, mevsimlik yağışa bağlı olarak 1/3 ya da ½ oranında artış sağlamaktadır. Azot gübrelerinin uygulanması su verimliliğini arttırmış fakat kısıtlı sulamalarda daha düşük azot seviyelerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum bize kısıtlı sulama şartlarında diğer kültürel uygulamalara da ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Pereira ve ark., 2002).

Doğan ve ark., (2007), Türkiye’nin yarı-kurak iklim koşullarında soyanın 5 gelişme (R) dönemi üzerine su stresinin etkisini araştırmışlardır. Bu sonuçlar tam sulama ile kıyaslandığında, kuraklık stresi uygulanan R3, R5 ve R6 dönemlerinde verim azalması olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlardan bazıları işletme uygulamaları, genotipik farklılıklar, toprak ve hava şartlarının farklı olmasından dolayı tutarsız çıkmıştır.

Soyada su ihtiyacı bitki gelişimi ile birlikte artar, çiçeklenme ve bakla dolun dönemlerinde pik yapar (7-8 mm/day) ve daha sonra azalır. Hava şartlarına, bitki yönetim uygulamalarına, ve zamanlamaya bağlı olarak maksimum verim için toplam su isteği 450-800 mm’dir (Farias ve ark., 2007).

Soyada kısıtlı su şartlarındaki verim kaybı, su kısıtının fenolojik dönemine, süresine ve yoğunluğuna göre değişir (Doss ve Thurlow, 1974).

Kron ve ark., (2008), farklı dönemlerde uygulanan su stresine soyanın tepkisini değerlendirmiş ve 4-6 boğumlu dönemde (V4) su stresine maruz bırakılan bitkilerin daha sonraki dönemlerde bitkilerin su kıtlığına karşı toleransının arttığını gözlemlemişlerdir.

Soyanın kısıtlı sulamaya tepkisini belirlemek amacıyla yürütülen 3 yıllık çalışmada en yüksek verim, birinci yıl 1954.63 kg ha⁻¹, ikinci yıl 2774.84 kg ha⁻¹, üçüncü yıl 3114.70 kg ha⁻¹ olarak saptanmıştır (Payero ve ark., 2005).

Farklı dozlarda uygulanan su stresinin soya verimi üzerine etkisini araştıran Rosadi ve ark., (2007), bitki başına en yüksek verimi (35.2 g/bitki) en fazla sulama suyu uygulanan konudan, en düşük verimi ise (3.3 g/bitki) en az su uygulanan konudan elde etmişlerdir.

Uygun bir sulama ile kurak dönemde soya verimi 1.97 ton da⁻¹, nemli dönemde ise 0.61 ton da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Baharsyah ve ark., 1985).

Schneekloth ve ark., (1991), kurak alanlarda soyanın verimini araştırdıkları 3 yıllık çalışma sonunda tam ve kısıtlı sulama uygulamalarında aynı verimi elde etmişlerdir. Tam sulamada verim kısıtlı sulamaya karşı sadece '0' ile 0.4 Mg ha⁻¹ daha fazla olurken, kısıtlı sulamada verimin 0.4 ten 2.8 Mg ha⁻¹'a kadar arttığını ve tam sulamayla karşılaştırıldığında, kısıtlı sulamada ortalama 119 mm'lik su tasarrufu sağlandığını belirtmişlerdir.

Ouda ve ark., (2008), 1997-2001 yılları arasında Mısırdaki 5 ayrı alanda 2 farklı sulama uygulamasını (bitki tarafından tüketilen suyun miktarına ilave olarak % 20 yıkama suyu ve çiftçi koşullarında aşırı sulamayı temsil eden konu) araştırdıkları çalışmada; ihtiyaç duyulan sudan herhangi bir kısıntı yapılmaksızın uygulanan suyun, verimi ortalama % 1.5 arttırdığını belirlemişlerdir. Çiftçi planlanmasıyla sulama suyunda % 17.54 tasarruf edilirken soya veriminde % 11.93 verim artışı sağlanmıştır. Çiftçiler sulama suyu miktarını % 10 ve % 20 azalttıklarında soya verimi sırasıyla % 1.03 ve % 3.79 oranında azalmış ve uygulanan sulama suyu miktarında da % 25.79, % 34.04 oranında tasarruf edilmiştir. En yüksek su verimliliği, çiftçi koşullarında uygulanan sudan % 20 kısıntı yapıldığında elde edilmiştir.

Rosadi ve ark., (2007), Endonezya'da plastik serada yaptıkları kısıtlı su çalışmasında sulama konuları, bitki su tüketiminin tamamı (ET₁), % 80'i (ET₂), % 60'ı (ET₃), % 40'ı (ET₄) ve % 50'si (ET₅) olarak belirlemişlerdir. En yüksek verimin ET₁ (35.2 g/bitki) uygulamasında görüldüğünü ve bunu ET₂ (31.0 g/bitki), ET₃ (18.1 g/bitki), ET₄ (7.69 g/bitki) ve ET₅ (3.3 g/bitki) takip ettiğini belirtmişlerdir. En yüksek verim etkinliği olarak soyanın optimum su yönetimi, vejetatif dönemde 0.8'lik su stres katsayısı olan kısıtlı su uygulamasında belirlenmiştir.

Su noksanlığına maruz kalan bitkiler genellikle az terleme gösterir, bu durum bitkide gizli ısı dağılım kapasitesinin düşük olması nedeniyle yaprak sıcaklığının artmasına neden olur. Sonuçta artan sıcaklıklar altında CO₂ fiksasyonu azalabilir (Kumar ve ark., 2009).

Confalone ve Dujmovich (1999), soyanın farklı gelişme dönemlerinde solar radyasyon kullanım etkinliğinin nispeten sabit kaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, orta şiddetli su stresi olduğunda fotosentetik aktif radyasyonun (PAR) kullanımının azaldığını ancak bitkinin radyasyon kullanım etkinliğini maksimize etme eğiliminde

olduğunu saptamışlardır. Şiddetli su kısıtlılığı altında ise radyasyon kullanım etkinliğinde bir azalma belirlenmiştir.

Su stresi altında bitkiler verimliliklerini koruyabilmek için çeşitli fizyolojik ve moleküler mekanizmalar geliştirirler. Bu fizyolojik mekanizmalar arasında Nepomuceno ve ark., (2001), turgoru optimum seviyelere yaklaştırmak ve su potansiyelini sağlamak için kuraklık olarak uyarılmış genlerin aktivasyonunu vurgulamışlardır. Buna ek olarak, reaktif oksijen türleri (ROS) tarafından üretilen hücrelerde oksidatif zararı minimize etmek için bitkiler antioksidan sistemler geliştirirler (Apel ve Hirt, 2004).

Topraktan su eksikliği ya da yüksek atmosferik su talebi görülen organlarından kaynaklanan su kısıtının olduğu durumlar, fotosentez için yaprak içine CO₂ alımını sınırlandırır ve bu durumda bitkiler stomalarını kapatma eğiliminde bulunabilir (Flexas ve ark., 2009). CO₂ ve su kaybı kontrolü yapraklardaki stoma açıklıklarının sürekli ayarlanmasıyla yapılır. Bu açılma kapama dinamikliği özellikle su stresi koşullarında geliştirilmiş olabileceğini ve bu stresin düzensiz stoma iletkenlik olgusuna neden olduğunu ortaya koymaktadır (Mott ve Buckley, 1998; Flexas ve ark., 2004).

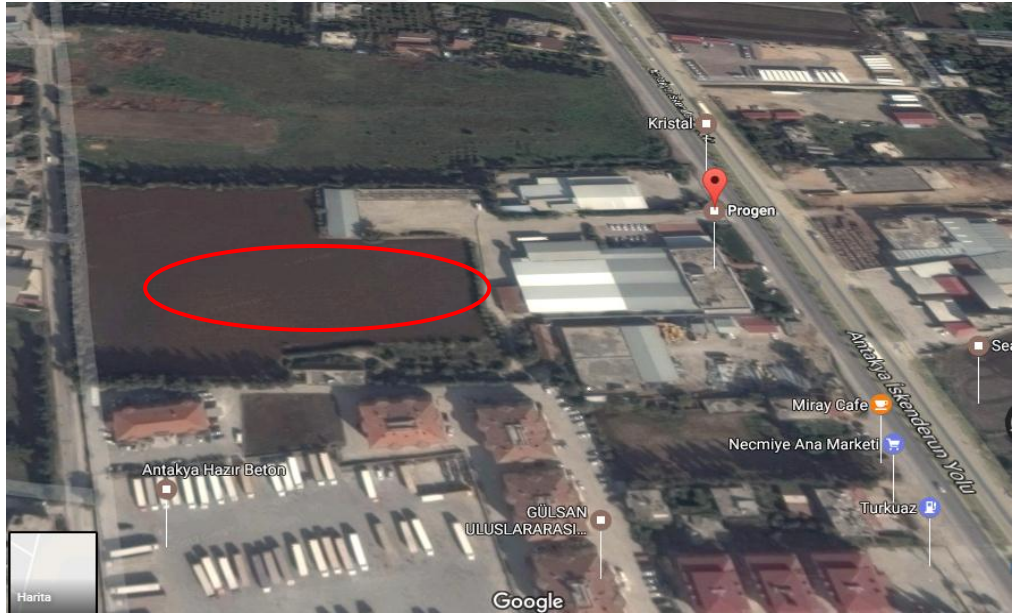
Olgunluk ve gövde büyüme özellikleri değişken olan 8 soya çeşidi ile üreme döneminin farklı olgunluk gruplarında (R1-R2-R3-R4-R5) sulu ve susuz olmak üzere iki farklı sulama uygulaması ile yürütülen kısıtlı sulama çalışmasında en fazla verim artışı R3-R4 olgunlaşma grubunda yapılan sulama uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmacılar üreme döneminin başlarında sulama yapmanın, çiçek ve bakla sayısını azalttığını, ancak üremenin sonlarında sulama yapmanın gelişen baklaların içindeki tohumu olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (Korte ve ark., 1982).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma, Doğu Akdeniz Bölgesinde (Hatay) 2013 yılında, ProGen Tohumculuk şirketine ait 40 da'lık araştırma istasyonunun 2 da'lık bölümünde yürütülmüştür. Arazinin bulunduğu Amik ovası, tarımsal üretimin en yoğun yapıldığı bölgelerden biridir. Yaklaşık 100.000 ha'lık ovada başta pamuk olmak üzere mısır ve soya bitkisi de yaygın olarak yetiştirilmektedir. Araştırma parseli yetiştiricilik açısından uygun ve drenaj sorunu bulunmamaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünümü

3.1.2. Toprak Özellikleri

Deneme kurulmadan önce deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araziyi temsil eden 3 farklı bölgeden, 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Bozulmuş toprak örneklerinin analizi farklı derinliklerdeki topraklardan paçal karışım oluşturularak, bozulmamış toprak örneklerinde ise deneme alanını temsil eden bir noktada açılan profil çukurundan alınan örnekler ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2’de verilmiştir. Çizelge 3.2’ye göre, deneme alanı topraklarının SiCL bünye sınıfında olduğu görülmektedir. Yüze katmanı (0-30) hariç diğer katmanlarda önemli bir tuzluluk sorunu görülmemektedir. Yüze katmandaki tuzluluk değeri de (824 mikromhos/cm) soyada verimi etkileyecek düzeyde değildir. Soya çok kumlu topraklar dışındaki değişik toprak tiplerinde iyi yetişebilme özelliğine sahip olduğundan deneme alanı toprakları soya bitkisinde tuzluluk stresi oluşturacak düzeyde değildir (Arioğlu, 2007).

3.1.3. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Amik Ovası (Hatay) yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bölgenin uzun yıllık verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden (Çizelge 3.3), deneme yılına ilişkin iklim verileri (Çizelge 3.4) ise deneme alanında bulunan meteorolojik tahmin istasyonundan (METOS) alınmıştır. Anılan Çizelgelere göre, deneme yılındaki ortalama sıcaklık, rüzgar hızı ve yağış değerleri sırasıyla 26.8 °C, 9.3 km sa⁻¹, 99.6 mm dir. Ekim zamanından hasada kadar düşen yağışın tamamı soyanın yetiştiği dönemin sonunda hasada yakın tarihte gerçekleşmiştir.

3.1.4. Bitki Materyali

Denemede kullanılan BRAVO çeşidi (Şekil 3.2) soya bitkisi geniş adaptasyon yeteneğine sahip bir çeşittir. İkinci ürün ekiminde kullanılabilen çeşit, zayıf drenajlı, ağır bünyeli topraklarda da yetişme potansiyeline sahip olup hasat stabilitesi yüksektir. Çeşide ait diğer karakteristik ve kalite özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir (Anonim 2017b).

Tohumlar ekim esnasında 4.10⁹ ha gr⁻¹ toprak olacak şekilde Bradyrhizobium Japonicum bakterisi ile aşılansmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan çeşide ilişkin özellikler

Karakteristik Özellikler		Kalite Özellikleri	
Olgunlaşma Grubu	3.3	Yağ	% 21-23
Bitki Boyu	100-110 cm	Protein	% 36-38
Dökme ve Yatmaya Toleransı	Toleranslı	2.Ürün Şartlarında Verim	Çok İyi
Adaptasyon kabiliyeti	Mükemmel	Bitki Bakla Sayısı	50-55 Adet
Beyaz Sineğe Toleransı	Toleranslı	İlk Bakla Yüksekliği	14-16 cm
Hastalık Toleransı	Çok İyi	Çiçek Rengi	Mor
		Baklada Dane Sayısı	3-4
		Bakla Rengi	Açık Kahverengi



Şekil 3.2. Denemede kullanılan bravo çeşidi a) Çıkış b) Çiçeklenme Dönemi

Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	pH	ECe ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	CaCO ₃ (%)	Azot (%)	Org. Mad. (%)	TK (%)	SN (%)	As (g cm^{-3})
0-30	59.52	15.28	25.2	SiCL	7.55	824	2.265	1.42	0.33	21.3	13.4	1.660
30-60	57.52	19.28	23.2	SiCL	7.62	560	0.680	1.65	0.34	24.1	14.2	1.676
60-90	53.52	17.28	29.2	SiCL	7.80	429	0.905	2.01	0.38	25	14.5	1.540
90-120	61.52	15.28	23.2	SiCL	7.65	400	0.300	2.12	0.37	25.2	14.7	1.489

Çizelge 3.3. Deneme alanına en yakın serinyol iklim istasyonunun uzun yıllık ortalama iklim verileri (1945-2006)

Yıllar	İklim Ögeleri	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
1945-2006	Ort. Sıcaklık (°C)	8.2	10.4	15.2	18.3	22.2	26.4	28.8	29.1	26.7	24.1	17.8	12.2
	Oransal Nem (%)	45.2	58.8	60.3	55.6	53.4	54.4	62.2	58.0	55.0	42.0	48.6	49.4
	Yağış (mm)	20.5	132	66.6	28.2	20.6	0.2	0.0	0.0	14.3	38.6	16.0	62.0

Çizelge 3.4. Deneme yılına ait iklim verileri

Deneme Yılı (2013)	İklim öğeleri	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
	Ort.Sıcaklık (°C)	23.2	26.1	28.8	28.4	24.9
Yağış (mm)	0.0	0.0	0.2	0.0	99.6	
Solar Radyasyon (w m^{-2})	273.5	313.6	293	266	212	
Rüzgar Hızı (km sn^{-1})	11.3	17.6	5.72	7.45	4.43	
Toprak Sıcaklığı (°C)	15.0	23.7	30	30	26.8	

3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması

Araştırmada kullanılan sulama suyu, deneme parseline yaklaşık 150 m uzaklıktaki sulama kuyusundan alınıp deneme alanına 50 m uzaklıkta yer alan 110 ton büyüklüğündeki dinlendirme havuzuna (Şekil 3.3) getirilmiş ve bitkilere ulaştırılmak üzere damla sulama sistemine verilmiştir.



Şekil 3.3. Sulama suyu dinlenme havuzu

3.1.6. Sulama Sisteminin Özellikleri

Denemede kullanılan damla sulama sistemine ait kontrol birimi Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Kontrol biriminde; hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, elek filtre, vanalar ve manometre bulunmaktadır. Sulama suyu dinlendirme havuzundan 75 mm’lik PE boru ile manifold boru hattına iletilmiştir. Manifold boru hattından her iki bitki sırası için üzerinde in-line damlatıcılar bulunan PE lateral kullanılmıştır. Söz konusu laterallerde damlatıcı aralığı 40 cm, debisi (yapılan testler sonucunda) 1.8 lt sa^{-1} olarak belirlenmiştir. Sulama suyu miktarının denetiminde her lateral başında birer adet konumlandırılan küresel vanalardan faydalanılmıştır.



Şekil 3.4. Damla sulama sistemi kontrol birimi

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Konuları

Deneme, faktöriyel deneme desenine göre, 5 farklı sulama düzeyi ve 3 farklı gelişme döneminde ve bu gelişme dönemlerinde ihtiyaç duyulan gübre miktarının 2'ye ve 3'e bölünerek uygulanması ile yürütülmüştür. Gübre uygulamalarında fertigasyon yöntemi esas alınmıştır. Her uygulama 3 tekrerrür ve her tekrerrür 15 metre olarak planlanmıştır. Bitki sıra arası 70 cm, sıra üzeri 5 cm olacak şekilde planlanan denemede her tekrerrürde yaklaşık 300 bitki yer almıştır (Şekil 3.5).

Denemede sulama konuları 90 cm toprak derinliğindeki eksik nemin tarla kapasitesine (S_{100}) getirilmesi için sulama suyunun farklı düzeylerde uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

S_{25} : Tam sulama konusunun % 25'i

S_{50} : Tam sulama konusunun % 50'si

S_{75} : Tam sulama konusunun % 75'i

S_{100} : Eksik nemin tarla kapasitesine getirildiği konu (tam sulama)

S_{125} : Tam sulama konusunun % 125'i (Aşırı sulama) olarak uygulanmıştır.

İlk sulamaya elverişli kapasitenin % 50'si tüketildiğinde başlanmıştır. Daha sonraki sulamalar yaklaşık olarak haftada 1 kez yapılan gravimetrik örneklemede topraktaki eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi şeklinde sürdürülmüştür.

3.2.2. Gübre Uygulamaları

Soya fasulyesi gelişimi iki ayrı döneme ayrılmaktadır (Çizelge 3.5). Bu dönemlerin ilki çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan vejetatif gelişme dönemleri (V), ikincisi ise çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar olan generatif dönemleridir (R). Gelişme dönemlerindeki farklılık yaprak, çiçek, bakla ve dane gelişimindeki değişimler ile ayırt edici nitelik kazanmaktadır (Fehr ve Caviness, 1977).

Çizelge 3.5: Soya bitkisi gelişim dönemleri

Vejetatif Dönemler	Generatif Dönemler
VE Çıkış	R1 Çiçeklenme başlangıcı
VC Kotiledon	R2 Tam çiçeklenme
V1 İlk boğum	R3 Bakla oluşumunun başlangıcı
	R4 Hızlı bakla oluşumu
	R5 Tohum oluşumu başlangıcı
V(n) n. boğum	R6 Maksimum tohum oluşumu
	R7 Fizyolojik olgunluk
	R8 Hasat olgunluğu

Denemede gübre konularının oluşturulmasında, verimde belirleyici olan gelişme dönemleri esas alınmıştır (Çırak 2005). Bu dönemler;

R1; Çiçeklenme başlangıcı,

R3; Bakla oluşumunun başlangıcı,

R4; Hızlı bakla oluşumu,

Bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre miktarı belirlendikten sonra ekim işlemi ile birlikte sadece tanık konusuna (F₀) yaklaşık 7.5 kg saf azot (50 kg da⁻¹ kompoze gübre 15:15) uygulanmıştır. F₂ konusuna uygulanacak olan gübre önce 3 gelişme dönemine (R1, R3 ve R4) bölünmüş daha sonra ise ilgili gelişme dönemindeki sulamalarda ayrı ayrı ve eşit olarak fertigasyon yöntemi ile uygulanmıştır. Buna göre F₂ konusunda her sulamada 2.75 kg da⁻¹, F₃ konusunda ise 1.83 kg da⁻¹ olarak toplamda her konuya

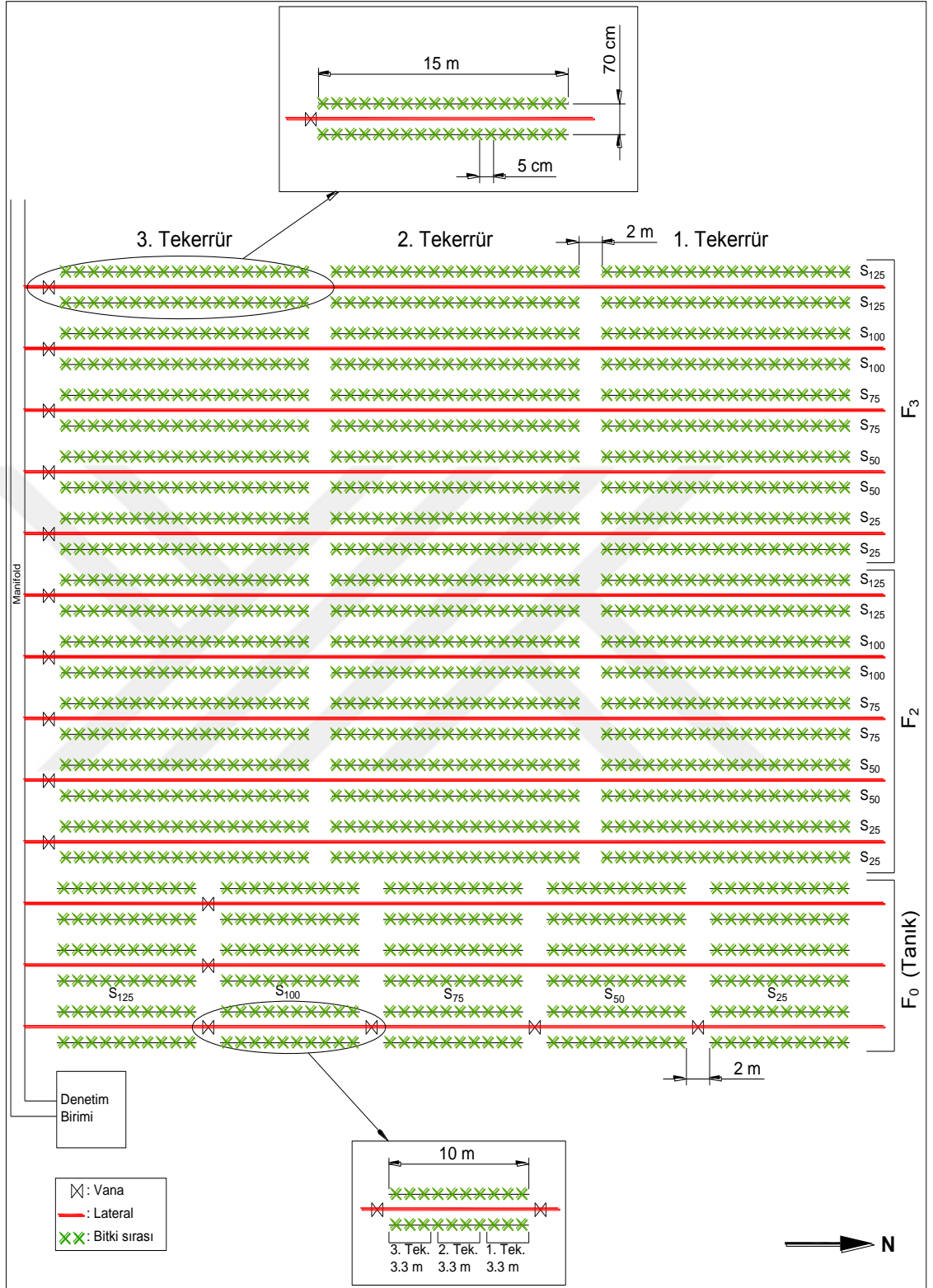
yaklaşık 16.50 kg da⁻¹ azot (nitrat gübresi, azot içeriği % 33) uygulanmıştır (Çizelge 3.6.).

Gübrelemede fertigasyon yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada dört çeyrek kuralı esas alınmıştır. Bu yöntemle göre bir sulama setinde uygulanacak olan toplam su miktarı dört eşit kısma (4 çeyrek) ayrılmış; birinci çeyrekte boru hatlarında basıncın sabitlenmesi ve toprağın üst yüzeyinin ıslatılmasının sağlanması için yalnızca su uygulanmıştır. İkinci ve üçüncü çeyrekte su ve gübre birlikte uygulanmış ve son çeyrekte ise tekrar yalnızca su uygulanmıştır. Böylece, verilen gübrenin kök bölgesi altına yıkanması veya uygulama sonunda boru hatları içinde gübre çözeltilerinin kalması engellenmeye çalışılmıştır (Burt ve ark., 1995).

Çizelge 3.6. Gübre uygulama çizelgesi

İhtiyaç duyulan gübre miktarı	Gübre Konuları	Gelişime Dönemi	Gübreleme Tarihleri	Uygulama Dozu
7.5 kg da ⁻¹ N	F ₀	Ekim ile birlikte	27.05.2013	7.5 kg da ⁻¹ N
			25.06.2013	2.75 kg da ⁻¹ N
			12.07.2013	2.75 kg da ⁻¹ N
16.5 kg da ⁻¹ N	F ₂	R1-R3-R4	26.07.2013	2.75 kg da ⁻¹ N
			07.08.2013	2.75 kg da ⁻¹ N
			14.08.2013	2.75 kg da ⁻¹ N
			28.08.2013	2.75 kg da ⁻¹ N
			25.06.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
16.5 kg da ⁻¹ N	F ₃	R1-R3-R4	05.07.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			12.07.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			19.07.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			26.07.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			02.08.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			14.08.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			21.08.2013	1.83 kg da ⁻¹ N
			28.08.2013	1.83 kg da ⁻¹ N

*Gübre miktarı toplam parsel alanlarına (420 m²) uygulanan dozdur.



Şekil 3.5. Deneme konularının şematik gösterimi

3.2.3. Sulama Uygulamaları

Denemede sulama uygulamaları yaklaşık 7 gün aralıklarla mevcut nemin tarla kapasitesine getirilmesi için gereken sulama suyu miktarının belirlenmesi şeklinde ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989);

$$d = (TK-SN) As. Dp/100 \quad (1)$$

Eşitlikte; d : Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, mm, TK : Tarla kapasitesi, %, SN : Solma noktası, %, As : Toprağın hacim ağırlığı, $g\ cm^{-3}$, Dp : Etkili kök derinliği (90 cm) değerlerini göstermektedir.

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

$$P = k (2Sd/SI) \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte; P : Islatılan alan oranı, %, k : Katsayı (Tarla bitkileri için $k=1$ alınmaktadır), Sd : Damlatıcı aralığı, cm, S Lateral aralığı, cm'dir. Çalışmada sulama süresi ise (Kadayıfçı 1996);

$$Ts = (dnet A) q nd \quad (3)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte; Ts : Sulama süresi, saat, $dnet$: Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm, A : Sulanacak parselin alanı, m^2 , q : Damlatıcı debisi, $L\ h^{-1}$ ve nd : Damlatıcı sayısını (adet), göstermektedir. Su kayıplarının çok az olacağı yaklaşımıyla su uygulama randımanı % 100 alınmıştır (Yıldırım, 2003).

3.2.4. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ve deneme süresince toprak neminin belirlenmesi işlemleri aşağıda belirtilen analizler ile yapılmıştır.

Toprak bünyesi, bozulmuş toprak örneklerinde; hacim ağırlığı ise bozulmamış toprak örneklerinde Bouyoucos (1951), hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası, basınçlı plaka aleti kullanılarak bozulmuş toprak

örneklerinden sırasıyla 1/3 ve 15 atm basınçta tuttuğu nem miktarının saptanmasıyla belirlenmiştir. Toprak nemi gravimetrik olarak her hafta sulama öncesi alınan toprak örnekleri ile belirlenmiştir (USSL, 1954).

3.2.5. Bitki Örneklerinin Alınması

Deneme süresince tam çiçeklenme ve tam olgunlaşma döneminde her konu/sulama düzeylerinden her tekerrürdeki 50 cm'ye düşen bitkiler kesilerek bitki kuru madde miktarları, yaprak ve gövde nem içerikleri, çiçek ve bakla sayısı MKÜ Biyosistem Mühendisliği Kültürteknik Laboratuvarı'nda belirlenmiştir.

3.2.6. Toprak Hazırlığı ve Bitki Bakım İşlemleri

Denemenin kurulacağı arazi, hasattan sonra toprak yüzeyinde kalan bitki artıkları parsel dışına çıkarıldıktan sonra pullukla sürülmüştür. İlbaharda kültivatörle aktarılan toprakların yüzeyini düzeltmek için tapanlama yapılmış aynı zamanda toprak sıkıştırılarak ekime hazır hale getirilmiştir.

Deneme alanında soya bitkileri toprak yüzeyine çıktıktan sonra yabancı otların kontrolü yapılmıştır. Sıra aralarında ve sıra üzerinde fazla sayıda çıkan bitkileri beklenen çıkış sayısına indirmek için seyreltme işlemi uygulanmıştır. Geleneksel olarak yapılan diğer bakım işlemleri ise Ovada yapılan soya tarımına uygun olarak yürütülmüştür.

3.2.7. Ekim, Başlangıç Gübrelemesi ve Hasat

Ekim için ilk 5-10 cm'deki toprak sıcaklığının 13-15 °C'yi bulması beklenmiş ve ekim 23.05.2013 tarihinde yapılmıştır. Daha önceden hazırlanmış olan parsellere 70 cm sıra aralığı ve 5 cm sıra üzeri olacak şekilde dekara 9 kg tohum mibzerle ekilmiştir. Ekim ile birlikte sadece tanık konusuna dekara yaklaşık 7.5 kg azot (50 kg da⁻¹ kompoze gübre 15:15) uygulanmıştır.

Hasat işlemleri tanedeki rutubet oranı % 50'ye düştüğünde (16.09.2013) tüm parsellerde aynı anda başlatılmıştır (Arioğlu, 2007). Hasat biçerdöver ile yapılmıştır.

Denemede her uygulamaya ait tekerrür parsel alanından deneme süresince alınan örnekleme alanları çıkartılarak geriye kalan 20.58 m²'lik alanda hasat yapılmıştır.



Şekil 3.6. Deneme alanının hazırlığı

3.2.8. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Deneme süresince toprak nem değişimini belirlemek ve bitki su tüketimini hesaplamak için belirli aralıklarla tüm sulama düzeylerinden gravimetrik yöntem ile toprak nem örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.7). Örneklemede her sulama parselinin ortasından 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerinden alınan topraklar kuruyuncaya kadar (24 saat) 105 °C'de etüvde bekletilerek toprak nem içerikleri belirlenmiştir (Denklem 1). Elde edilen veriler toprak su bütçesi eşitliğinde (Denklem 4) yerine koyularak bitki su tüketimi belirlenmiştir (Garrity ve ark.,1982).

$$Et = I+R-Dp-Ro\pm\Delta S \quad (4)$$

Eşitlikte; *Et*: Bitki su tüketimi, mm, *I*: Uygulanan sulama suyu miktarı, mm, *R*: Yağış, mm, ΔS : İki toprak nemi ölçümü arasındaki değişim, mm/90 cm, *Dp*: Drenaj miktarı, mm, *Ro*: Yüzeysel akış miktarı, mm olarak ifade edilmektedir. Denemede sulama suyu miktarı, kısıntılı sulama ve damla sulama yönteminin bir sonucu olarak tarla

kapasitesi değerini aşmayacağından yzey akış R_0 ihmal edilmiştir (Oktem ve ark., 2003). Sulamalardan sonra S_{100} ve S_{125} parsellerinde yapılan toprak nem iğeriği rneklemelerinde derine sızma belirlenememiştir.



şekil 3.7. Burgu ile toprak rneği alınması

3.2.9. Stoma İletkenliği ve Klorofil Değerlerinin (Spad) rlçölmesi

Araştırmada yaprak klorofil iğeriği Minolta SPAD 502 portatif klorofilmetre ile ($\mu\text{mol m}^{-2}$), yaprak stoma iletkenliği SC-1 (LPS0881) yaprak porometresi yardımıyla ($\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$) belirlenmiştir (şekil 3.8). Stoma iletkenliği ve klorofil iğeriği değerleri sulamalardan rnce ve her parselin ortasında bulunan rnceden belirlenmiş 3 bitkiden 11:00-14:00 saatleri arasında okunmuştur. Stoma iletkenliği her bitkide 3 yaprakta 1'er kez, klorofil değerleri ise her bitkide aynı yapraklarda 2'şer kez okunmuştur. Okumalar rncesinde her iki aletin kalibrasyonu yapılmıştır.



Şekil 3.8. a:Porometre (SC-1 LPS0881) b: Spad (Minolta 502)

3.2.10. Su-Verim İlişkileri

3.2.10.1. Bitki Üretim Fonksiyonları

Bitki su tüketimi-verim ve sulama suyu-verim arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunduktan sonra uygulamalara ilişkin bitki su tüketimi-verim fonksiyonları belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979). Söz konusu eşitlikler oransal su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir (Denklem 5).

$$1 - \frac{Ya}{Ym} = k_y \left(1 - \frac{Eta}{Etm} \right) \quad (5)$$

Eşitlikte, Ya : gerçek verim (kg da^{-1}), Ym : maksimum verim (kg da^{-1}), Eta : mevsimlik gerçek su tüketimi (mm), Etm : mevsimlik maksimum su tüketimi (mm), k_y : su-verim tepki etmenini göstermektedir. Çalışmada, parsellerden elde edilen verim ile

mevsimlik su tüketimleri arasındaki ilişkiler regresyon yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

3.2.10.2. Su Kullanım Etkinliği

Su kullanma randımanı (WUE) aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

$$WUE = Y/Et \quad (6)$$

Burada; *WUE*: Su kullanma randımanı (kg m^{-3}), *Et*: Evapotranspirasyon (mm), *Y*: Uygulamalardan elde edilen soya verimi (kg da^{-1}). Sulamanın etkisini belirlemek için sulama suyu kullanma randımanı (*IWUE*) aşağıdaki eşitlikte hesaplanmıştır.

$$IWUE = Y/I \quad (7)$$

Burada; *IWUE*: Sulama suyu kullanma randımanı (kg m^{-3}), *Y*: Konulardan elde edilen soya verimi (kg da^{-1}), *I*: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

3.2.11. Verim ve Verim Bileşenleri

3.2.11.1. Dane Verimi

Her parselde 20.58 m^2 'lik alandan hasat edilen ve tartılan bitkiler harman edildikten sonra elde edilen veriler dekara çevrilerek belirlenmiştir.

3.2.11.2. Bakladaki Dane Sayısı

Birinci ve ikinci örneklemede her tekerrürde 50 cm uzunluktan alınan bitkilerdeki baklaların içerdiği dane sayısıdır.

3.2.11.3. Bitkide Bakla Sayısı

Birinci ve ikinci örneklemede her tekerrürde 50 cm uzunluktan alınan bitkilerdeki baklaların toplam sayısıdır.

3.2.11.4. 1000 Dane Ağırlığı

Her parselde 20.58 m²'lik alandan elde edilen dane ürününden 4 farklı örnekte 100 adet tohum sayılarak örneklerin ortalama ağırlıkları hesaplanmış ve elde edilen değer 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı (gr) hesaplanmıştır.

3.2.11.5. Bitki Boyu

Toprak seviyesinden bitkinin tepe noktasındaki boğuma kadar olan mesafedir. Ölçümler haftada bir kez her parselden tesadüfen alınan 3 adet bitkide yapılmıştır.

3.2.11.6. Yağ ve Dane Protein Oranı

Her parselde 20.58 m²'lik alandan hasat edilen bitkilerden elde edilen tohum örneklerinin yağ oranı, Soxhlet cihazı ile ekstraksiyon yöntemi (Frank ve ark., 1986) esas alınarak; protein oranı ise NIR analiz cihazı (Crobscan 2000B) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.11.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda, konulara göre elde edilen veriler Faktöriyel Deneme Deseni'ne göre SPSS 18 paket programlarından yararlanılarak varyans analizine tabii tutulmuş ve deneme konularına ait ortalama değerler önemlilik düzeylerine göre Duncan testi ile gruplandırılmıştır (Bek ve Efe, 1988).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Sonuçları

Araştırma yılına ait deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Sulama uygulamaları, ekimden 33 gün sonra 25.06.2013 tarihinde başlamış ve 28.08.2013 tarihinde son bulmuştur. İlk su, elverişli kapasitenin % 50’si tüketildiğinde tüm parsellere eşit olarak verilmiştir. Deneme süresince toplam 10 sulama yapılmıştır. Denemede beklenildiği gibi, en az ve en fazla sulama suyu S_{25} ve S_{125} konularına sırasıyla 185.46 mm ve 791.04 mm olarak uygulanmıştır. Diğer konulara (S_{50} , S_{75} ve S_{100}) uygulanan toplam sulama suyu miktarları bu değerler arasında değişmiştir. Ekim zamanından hasada kadar düşen 99.6 mm’lik yağışın tamamı hasada yakın tarihte, bitki olgunluğa ulaştıktan sonra gerçekleşmiştir. İlk sulama çiçeklenmenin başladığı dönemde uygulanmıştır. Sulama suyu miktarı denemede esas alınan bitki gelişme dönemlerinde farklı düzeyde gerçekleşmiştir. Buna göre çiçeklenme başlangıcı (R1), bakla oluşumunun başlangıcı (R3) dönemlerinde 3’er defa, hızlı bakla oluşumu döneminde (R4) ise 4 defa sulama yapılmıştır. Çizelge 4.1’den görüleceği gibi, tam sulama konusuna (S_{100}) çiçeklenme döneminde 208.93 mm, bakla oluşumu döneminde 234.65 mm, tane oluşumu döneminde 212.16 mm sulama suyu uygulanmıştır. En fazla sulama suyu R3 gelişme döneminde uygulanmıştır (896 mm). Bu değer R1 döneminde uygulanan sulama suyundan % 13, R4 döneminde uygulanan sulama suyundan % 7 daha fazladır.

Soya toprak nemi ve sıcaklık gibi geçici çevresel stres faktörlerinden sonra kendini toparlayabilme yeteneğine sahip bir bitkidir (Lei ve ark., 2006). Ancak R1 döneminden R5 dönemine doğru bu kabiliyetini yitirmektedir. Toprak neminin başlangıç dönemlerinin de uygun miktarda olması bitkinin fizyolojik olarak rahatlamasına ve verim kayıplarının azalmasına neden olur (Çırak, 2005). Mısır’da farklı iklim koşullarında soya bitkisinin gelişme dönemi uzunluğu genellikle 100-120 gün, sulama suyu isteği ise 325-436 mm arasında değişmektedir (Ainer ve ark., 1999). Yine Mısır’da 5 ayrı alanda 1997-2001 yılları arasında sulama suyu gereksinimi 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 yıllarında sırasıyla 510 mm, 417 mm, 455 mm, 421 mm ve 390 mm olarak belirlenmiştir (Ouda ve ark., 2008). Ülkemizin kurak-yarı kurak iklime sahip

Harran Ovası'nda 1998-1999 yıllarında iki yıl yürütülen araştırmada soyanın sulama suyu gereksinimi birinci yıl 575 mm-1295 mm arasında, ikinci yıl 601mm-1369 mm arasında değişmiştir (Şimşek ve ark., 2001).

Görüldüğü gibi, bölgesel iklim koşullarındaki gelişme dönem uzunluğu gibi farklılıklar soyada gereksinim duyulan sulama suyu miktarını değiştirmiştir. Bu çalışma ile daha önce yapılan çalışmalar arasında görülen kısmi farklılıkların söz konusu unsurlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama Tarihi	Gelişme Dönemleri	Sulama Düzeyleri				
		S ₂₅	S ₅₀	S ₇₅	S ₁₀₀	S ₁₂₅
25.06.2013	Çiçeklenme Başlangıcı (R1)	23.14	41.14	59.14	77.14	95.14
05.07.2013		16.07	32.14	48.21	64.29	80.36
12.07.2013		16.88	33.75	50.63	67.5	84.38
Toplam		56.09	107.3	157.98	208.93	259.88
19.07.2013	Bakla Oluşumu Başlangıcı (R3)	20.09	40.18	60.27	80.36	100.45
26.07.2013		16.07	32.14	48.21	64.29	80.36
02.08.2013		32.14	51.43	70.71	90	109.29
Toplam		68.3	123.75	179.19	234.65	290.1
14.08.2013	Hızlı Bakla Oluşumu (R4)	12.86	25.71	38.57	51.43	64.29
21.08.2013		16.07	32.14	48.21	64.29	80.36
27.08.2013		16.08	16.08	16.08	16.08	16.08
28.08.2013		32.14	48.21	64.29	80.36	96.43
Toplam		77.15	122.14	167.15	212.16	257.16
Toplam		201.54	353.19	504.32	655.74	807.14

4.2. Bitki Su Tüketimi

Bitki su tüketimi (Et) değerleri, uygulanan sulama suyu miktarındaki artışa bağlı olarak artmıştır. Uygulanan sulama suyu ile Et arasında istatistiksel olarak önemli korelasyon ilişkileri belirlenmiştir ($F_0=0.9316x+67.206$, $R^2=0.97^{**}$, $F_2=0.8525x+115.99$, $R^2=0.96^{**}$, $F_3=0.8821x+123.23$, $R^2=0.98^{**}$). En fazla su tüketimi F_2 ve F_3 konularının S_{125} sulama düzeylerinden elde edilmiştir (sırasıyla 802 ve 803 mm). F_2 - S_{25} ve F_3 - S_{25} sulama düzeylerinde ölçülen Et değerlerinin yaklaşık olarak aynı miktarda olduğu belirlenmiştir. Gübre konularının su tüketimleri ortalama olarak F_2 'de

532.24 mm, F₃'de 553.92 mm olarak hesaplanmıştır. F₀ (tanık) konusunda ise su tüketimi 522.04 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.2).

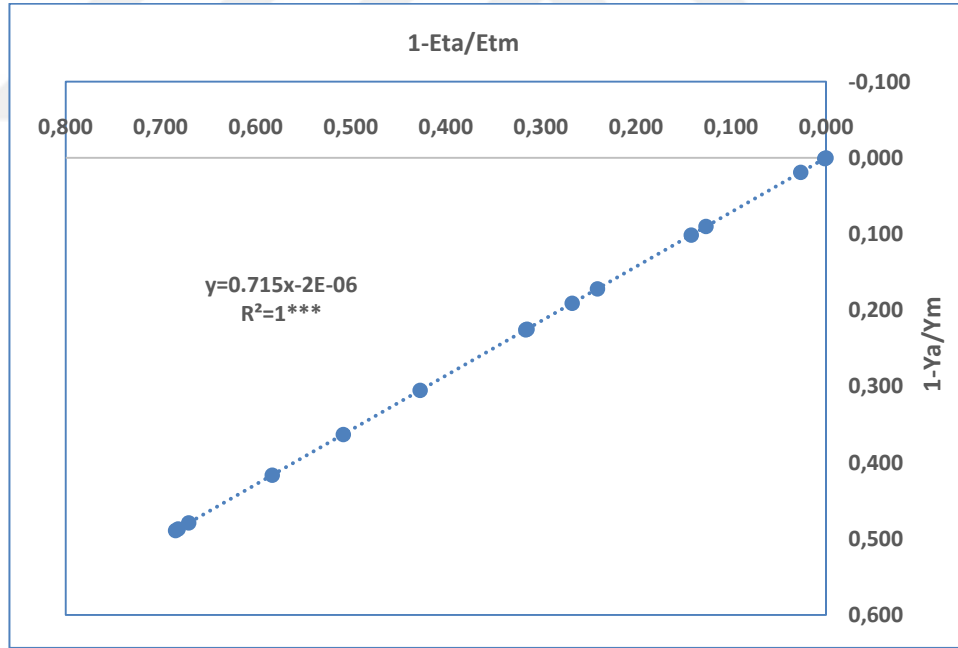
Tarımsal su gereksiniminin belirlenmesinde önemli bir parametre olan Et, birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. İklim, toprak, su kalitesi, bitki özellikleri, su tüketiminde bölgesel farklılıkların oluşmasında etkilidir. Aynı zamanda iklim değişikliği de Et'nin zamansal değişimini etkileyen önemli bir faktördür. Geçmiş yıllardan günümüze kadar yapılan araştırmalarda soyanın su tüketimi 508-762 mm (Carter ve Hortwing, 1963), ile 580-610 mm (Herpich, 1963) aralığında belirlenmiştir. Ülkemizde ise bitki su tüketiminin sulama yöntemine bağlı değişimi araştırılmış ve soyanın mevsimlik bitki su tüketimi yağmurlama sulama yöntemi ile 698-1378 mm (1998) ve 763-1425 mm (1999) arasında; damla sulama yöntemi ile 766-1445 mm (1998) ve 801-1509 mm (1999) arasında ölçülmüştür (Şimşek ve ark., 2001). Yakın geçmişte Lizimetre ile yapılan ölçümlerde 2000 yılında drenaj lizimetre ile 800 mm, 2001 yılında tartılı lizimetre ile 725 mm olarak bulunmuştur (Karam ve ark., 2004). Bitki su tüketiminde farklı sonuçların elde edilmesinin nedenlerinden biri yöntem hassasiyetlerinin farklılığı olmakla birlikte iklim koşullarında belirleyici bir unsurdur. Bu durum farklı bölgelerde farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır.

Çizelge 4.2. Sulama konularına göre soyanın verim, Et, WUE ve IWUE değerleri

Gübre Konuları	Sulama Düzeyleri	Sulama Suyu (mm)	Dane Verimi (kg da ⁻¹)	Bitki Su Tüketimi (mm)	WUE (kg da mm ⁻¹)	IWUE (kg da mm ⁻¹)
F ₀	S ₂₅	185.46	202.77	253.5	0.80	1.09
	S ₅₀	336.86	299.15	335.2	0.89	0.89
	S ₇₅	488.25	389.14	550.5	0.71	0.80
	S ₁₀₀	639.64	401.63	689.2	0.58	0.63
	S ₁₂₅	791.04	417.69	781.7	0.53	0.53
F ₂	S ₂₅	185.46	226.08	264.7	0.85	1.22
	S ₅₀	336.86	293.95	395.2	0.74	0.87
	S ₇₅	488.25	370.60	588.7	0.63	0.76
	S ₁₀₀	639.64	407.08	609.9	0.67	0.64
	S ₁₂₅	791.04	414.15	803.0	0.52	0.52
F ₃	S ₂₅	185.46	208.61	255.7	0.82	1.12
	S ₅₀	336.86	265.72	460.1	0.58	0.79
	S ₇₅	488.25	340.95	549.5	0.62	0.70
	S ₁₀₀	639.64	420.50	701.7	0.60	0.66
	S ₁₂₅	791.04	439.36	802.0	0.55	0.56

4.3. Su-Verim Fonksiyonu (Ky)

Araştırmada söz konusu uygulamalarda ölçülen bitki su tüketimi (Et) ile elde edilen verim değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli ilişkiler gözlenmiştir. Denemede, (1-ETa/ETm) ile (1-Ya/Ym) arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak yetiştirme mevsimi için su-verim tepki etmeni (Ky) 0.715, gübre uygulama konularına (F₀, F₂ ve F₃) ait Ky değerleri ise sırasıyla 0.60, 0.57 ve 0.79 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1). Doorenbos ve Kassam (1979), tarafından ortaya koyulan su verim tepki etmeni (Ky) değeri soya için, vejetatif, çiçeklenme ve verim oluşturma dönemlerinde sırasıyla 0.2, 0.8, 1.0'dır. Verimin su stresinden verim oluşturma döneminde diğer zamanlardan daha fazla etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu stres modeli, eğer su kısıtlı ise sulamayı düzenleyen kişinin daha hassas dönemlerde stresi en aza indirmek için ayarlaması gerektiğini önermektedir. Harran ovası koşullarında damla sulama yöntemi ile yapılan sulamada Ky değeri 0.52 olarak belirlenmiştir (Şimşek ve ark., 2001).



Şekil 4.1. Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalışı ilişkisi

4.4. Su Kullanma Randımanı (WUE, IWUE)

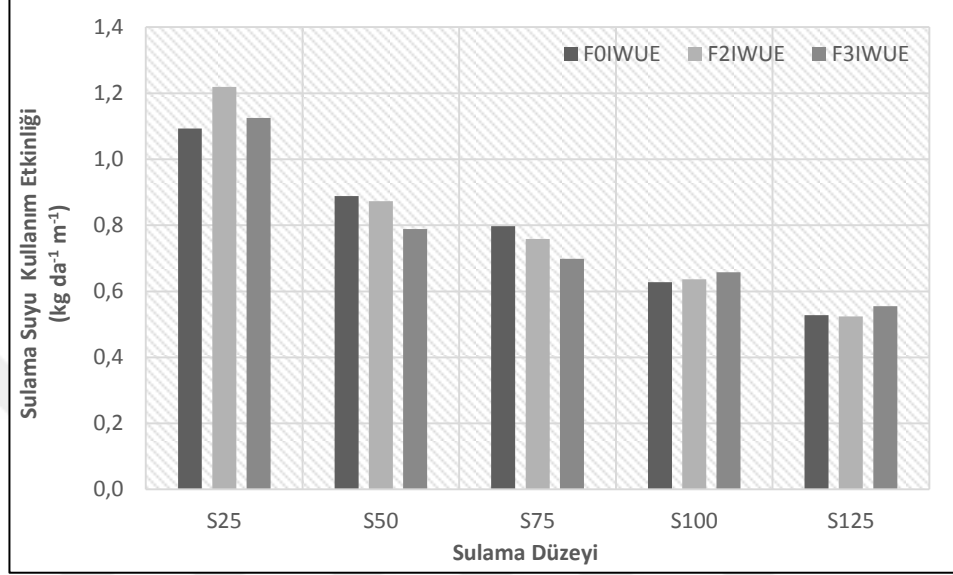
Sulama suyu kullanımının planlanmasında önemli parametrelerden olan su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

WUE değerleri F_2 ve F_3 uygulamalarında en yüksek S_{25} sulama düzeyinde sırasıyla $0.85 \text{ kg da mm}^{-1}$ ve $0.82 \text{ kg da mm}^{-1}$ olarak hesaplanırken, F_0 konusunda en yüksek S_{50} sulama düzeyinde ($0.89 \text{ kg da mm}^{-1}$) hesaplanmıştır. F_2 ve F_3 uygulamalarında WUE değerlerinin (S_{50} sulama düzeyi dışında) sulama düzeyleri arasında genellikle aynı düzeyde gerçekleştiği görülmüştür. Ancak F_2 - S_{50} uygulamasının diğer sulama düzeylerinden belirgin şekilde yüksek çıktığı belirlenmiştir. F_3 - S_{50} konusu ile karşılaştırıldığında, F_2 - S_{50} konusundaki fark $0.16 \text{ kg da mm}^{-1}$ düzeyindedir. Bu değer uygulanan sulama suyu ve verim arasındaki değer göz önüne alındığında, sulama suyu miktarı açısından önemli bir etkinliği göstermektedir.

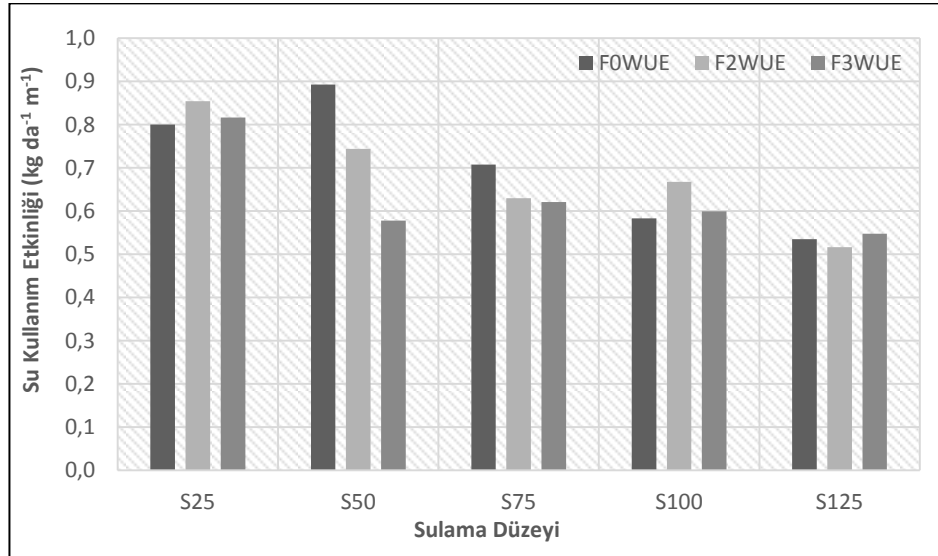
Her üç konuda en yüksek IWUE, S_{25} sulama düzeyinde hesaplanmıştır. F_0 , F_2 ve F_3 konularında hesaplanan en yüksek değerler sırasıyla $1.09 \text{ kg da mm}^{-1}$, $1.22 \text{ kg da mm}^{-1}$ ve $1.12 \text{ kg da mm}^{-1}$ ’dir. En düşük değerler ise yine birbirine çok yakın olmakla birlikte, F_0 konusunda $0.53 \text{ kg da mm}^{-1}$, F_2 ve F_3 konularında sırasıyla $0.52 \text{ kg da mm}^{-1}$ ve $0.56 \text{ kg da mm}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde evaporasyonu (topraktan buharlaşmayı) düşürerek Et’yi azaltmak ve tane verimini arttırarak WUE’ni arttırmak önemli bir stratejidir (Howell, 2001; Gregory ve ark., 2000; Kang ve ark., 2002). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzerlik gösteren diğer çalışmada aşırı sulama yapmanın, WUE’nin azalmasına neden olacağı ve etkili bir kısıtlı sulama programı uygulayarak su kaybını önlemenin daha yüksek bir WUE değerine ulaşmamızı sağlayabileceği belirtilmiştir (Jin ve ark., 1999). Garcia ve ark., (2010), 4 soya çeşidinin WUE değerini sezon boyunca yapılan sulamalarda 0.55 - 1.14 kg m^{-3} , sadece çiçeklenme döneminde yapılan sulamalarda 0.48 - 1.02 kg m^{-3} arasında saptamışlardır. Su kullanım etkinliğinin gelişme dönemlerinde yapılan sulamalar ile ne şekilde değiştiğinin belirlenmesi amacıyla Li ve ark., (2013) tarafından yapılan çalışmada tohum dolum döneminde $WUE_{\text{anlık}}$ ve $WUE_{\text{gerçek}}$ değerlerini sulu ve kurak koşullarda sırasıyla % 58-% 59 ve % 56-% 64 oranında arttığını belirlemişlerdir. Vejetatif dönemde farklı düzeylerde uygulanan su stresinin seviyesi arttıkça WUE değerinin azaldığı belirlenmiştir. Gereksinim duyulan suyun tamamının (% 100), % 80’inin, % 60’ının, % 40’ının ve % 20’sinin uygulandığı

araştırmada WUE değerleri sırasıyla 0.187 g mm^{-1} , 0.181 g mm^{-1} , 0.132 g mm^{-1} , 0.058 g mm^{-1} , 0.037 g mm^{-1} olarak hesaplanmıştır (Rosadi ve ark., 2007). Zwart ve Bastiaanssen (2004), bitki su verimliliğinin sulama suyu azaldığında, önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir.



şekil 4.2. Sulama düzeylerine göre sulama suyu kullanım etkinliğinin değişimi



şekil 4.3. Sulama düzeylerine göre su kullanım etkinliğinin değişimi

4.5. Verim ve Verim Parametrelerine İlişkin İstatistiksel Sonuçlar

Denemede uygulanan sulama suyu miktarının ve gübre uygulamalarının soya verimi, vegetatif özellikleri ve kalitesine etkileri ayrı ayrı incelenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Denemede *verim parametreleri* olarak; dane verimi (kg da^{-1}), gövde kuru ağırlığı (g), çiçek sayısı (adet m^2), yaprak kuru ağırlığı (g), kuru madde miktarı (kg da^{-1}), bitkide bakla sayısı (adet m^2), bakladaki dane sayısı (adet m^2) ve 1000 dane ağırlığı (g), *vegetatif olarak*; bitki boyu (cm), *fizyolojik olarak*; klorofil içeriği (Spad) (mmol m^{-2}), stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$) ve kalite özellikleri olarak; yağ oranı (%) ve protein oranı (%) incelenmiştir.

Gübre uygulamaları, yaprak kuru ağırlığı (g) ($p<0.01$), gövde kuru ağırlığı (g) ($p<0.05$), yaprak nem içeriği (%) ($p<0.05$), gövde nem içeriği (%) ($p<0.01$), NIR protein (%) ($p<0.01$), yağ oranı (%) ($p<0.01$) parametrelerine; *sulama düzeyi*, dane verimi (kg da^{-1}) ($p<0.05$), kuru madde miktarı (kg da^{-1}) ($p<0.01$) yaprak kuru ağırlığı (g) ($p<0.01$), gövde kuru ağırlığı (g) ($p<0.01$), yaprak nem içeriği (%) ($p<0.05$), gövde nem içeriği (%) ($p<0.01$), bitkide bakla sayısı II ($p<0.05$), bakladaki dane sayısı (adet/bakla) ($p<0.01$), protein içeriği ($p<0.01$), bin dane ağırlığı ($p<0.01$), bitki boyu ($p<0.01$) parametrelerine, *sulama düzeyi*gübre interaksyonu* kuru madde miktarı (kg da^{-1}) ($p<0.05$), bakladaki dane sayısı (adet m^2) ($p<0.05$), *tarih*sulama düzeyi interaksyonu* ise hasat dönemi kuru madde miktarına istatistiksel olarak etki etmiştir.

Çizelge 4.3. Varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Dane verimi (kg da ⁻¹)				Çiçek sayısı (adet m ⁻²)			Klorofil içeriği (µ mol m ⁻²)			
	Sd	KT	KO	F	KT	KO	F	Sd	KT	KO	F
Gübre	2	1128.931	564.465	0.489	656.641	328.320	656.641 öd	2	8.024	4.012	0.286 öd
SD	4	374406.382	93601.595	81.148**	372.585	93.146	372.585 öd	4	16.744	4.186	0.299 öd
Gübre*SD	8	9158.485	1144.811	0.993	1483.724	185.466	1483.724 öd	8	45.061	5.633	0.402 öd
Hata	30	419297.626			7504.678	250.156	7504.678 öd	387	5423.492	14.014	

SD: sulama düzeyi, , öd: önemli değil, KT:kareler toplamı, KO: kareler ortalaması Sd: serbestlik derecesi; (*,**: sırasıyla p<0.05 ve p<0.01 düzeylerinde önemli)

Varyans Kaynakları	Bakla sayısı I (adet m ⁻²)				Bakla sayısı II (adet m ⁻²)			
	Sd	KT	KO	F	KT	KO	F	
Gübre	2	4016.935	2008.468	2.180 öd	133209.017	66604.508	0.555 öd	
SD	4	1865.209	466.302	0.506 öd	1270588.927	317647.232	2.647*	
Gübre*SD	8	7961.818	995.227	1.080 öd	1020006.696	127500.837	1.063 öd	
Hata	30	27639.034	921.301		3599987.067	119999.569		

Varyans Kaynakları	Kuru madde miktarı I (kg da ⁻¹)				Yaprak kuru ağırlığı (g)			Gövde kuru ağırlığı (g)		
	Sd	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Gübre	2	71.752	35.876	0.007 öd	13930.872	6965.436	5.678**	15361.911	7680.956	4.753*
SD	4	129671.888	32417.972	6.266**	25157.231	6289.308	5.127**	40765.651	10191.413	6.307**
Gübre*SD	8	35120.415	4390.052	0.849 öd	6094.219	761.777	0.621 öd	13538.715	1692.339	1.047 öd
Hata	30	320061.926			81981.812			118144.613		

Çizelge 4.3. Varyans analizi sonuçları (Devamı)

Varyans Kaynakları	Dane Protein Oranı (%)				Yağ Oranı (%)			1000 dane Ağırlığı (gr)			
	Sd	KT	KO	F	KT	KO	F	Sd	KT	KO	F
Gübre	2	2.665	1.333	9.641**	101.120	50.560	28.682**	2	405.832	202.916	0.505 öd
SD	4	4.130	1.033	7.470**	18.049	4.512	2.560 öd	4	121362.57	3034.064	7.558**
Gübre*SD	8	2.026	0.253	1.832 öd	18.819	2.352	1.335 öd	8	4288.963	536.120	1.336 öd
Hata	30	12.968			190.872			30	12042.919	401.431	

Varyans Kaynakları	Yaprak Nem İçeriği (%)				Gövde Nem İçeriği (%)			Bitki Boyu (cm)			
	Sd	KT	KO	F	KO	KT	F	Sd	KT	KO	F
Gübre	2	33.515	16.757	4.579*	40.552	20.276	7.450**	2	333,126	166,563	0,532 öd
SD	4	47.669	11.917	3.256*	68.335	17.084	6.277**	4	21543,668	5385,917	17,205**
Gübre*SD	8	25.587	3.198	0.874öd	13.396	1.674	0.615öd	8	530,867	66,358	0,212 öd
Hata	30	216.559			203.935			299	93598,982	313,040	

Çizelge 4.3. (Devamı) Varyans analiz tablosu

Varyans Kaynakları	Toplam kuru madde miktarı (kg da ⁻¹)			
	Sd	KT	KO	F
Gübre	2	1234.261	617.131	0.089 öd
SD	4	225454.467	56363.617	8.113**
Tarih	1	34885,955	34885,955	5,021*
Tarih*Gübre	2	2170.833	1085.417	0.156 öd
Tarih*SD	4	81538.324	20384.581	2,934*
Gübre*SD	8	87951.819	10993.977	1.582 öd
Tarih*Gübre*SD	8	42026.530	5253.316	0.756 öd
Hata	89	892116.256		

Varyans Kaynakları	Bakladaki dane sayısı (adet m ⁻²)			
	Sd	KT	KO	F
Gübre	2	44107.960	22053.980	1.355 öd
SD	4	280315.576	70078.894	4.305**
Dane sayısı	3	25524483.827	8508161.276	522.70**
Gübre*SD	8	295135.652	36891.956	2.26**
Gübre*Dane sayısı	6	102667.737	17111.289	1.051 öd
SD*Dane sayısı	12	268770.603	22397.550	1.376 öd
Gübre*SD*Dane sayısı	24	330305.945	13762.748	0.846 öd
Hata	119	1936965.808	16277.024	

4.6. Su ve Gübre Uygulamalarının Verim ve Verim Parametrelerine Etkisi

4.6.1. Dane Verimi

Denemede elde edilen soya fasulyesi dane verimi ortalama (kg da⁻¹) değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde; en düşük verim S₂₅ sulama düzeyinden en yüksek verim S₁₂₅ sulama düzeyinden elde edilmiştir. S₂₅ sulama düzeyi esas alındığında, S₁₂₅'deki artış F₀'da % 114, F₂'de % 88, F₃'de % 115 olarak hesaplanmıştır. F₀'da en yüksek artış S₂₅-S₅₀ arasında % 50, F₂'de % 31 olarak belirlenmiştir. F₃'de ise S₇₅-S₁₀₀ arasındaki verim % 24 oranında artmıştır. Geleneksel gübre uygulamasının yapıldığı F₀ (tanık) konusu ile ihtiyaç duyulan gübre miktarının her gelişme döneminde 2 (F₂) ve 3'e (F₃) bölünerek uygulandığı konular arasındaki verim değerleri karşılaştırıldığında, F₀, F₂ ve F₃ uygulamalarının verim değerlerinin

yaklaşık olarak aynı düzeyde (379.27 kg da⁻¹, 375.98 kg da⁻¹ ve 367.39 kg da⁻¹) gerçekleştiği görülmüştür. F₀, F₂ ve F₃ uygulamalarına ilişkin verim değerlerinin S₁₀₀ sulama düzeyinde yaklaşık olarak aynı miktarda olduğu görülmüştür. En yüksek verim F₀, F₂ ve F₃ konularında S₁₂₅ sulama düzeyinde sırasıyla 468.29, 458.37 kg da⁻¹ ve 486.13 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. En yüksek verim F₃-S₁₂₅ uygulamasından elde edilmiştir (486.13 kg da⁻¹). Genel olarak irdelendiğinde, gelişme döneminde uygulanacak gübre miktarının 3'e bölünmesi ve yüksek sulama düzeyinde verilmesinin verim üzerine etkili olduğu görülmüştür. Gübre uygulama sayısı artsa dahi sulama suyu yeterli olmadığı sürece verim üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Sulama düzeyleri istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşturmuştur. S₁₀₀ ve S₁₂₅ sulama düzeyleri aynı grupta yer alırken diğer sulama düzeylerinin (S₂₅, S₅₀, S₇₅) ayrı gruplar oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 4.4).

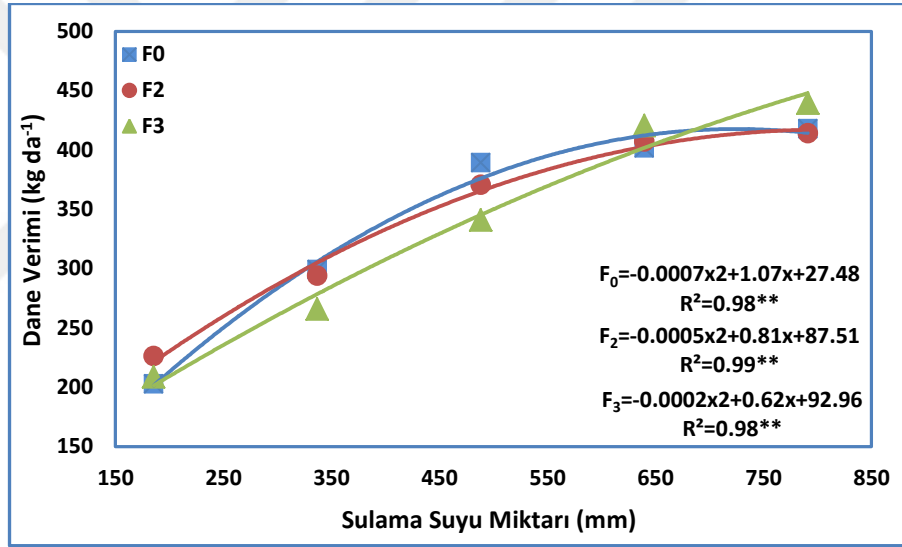
Çizelge 4.4. Dane verimi ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	Dane Verimi (kg da ⁻¹)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort.
S ₂₅	218.90	243.93	225.13	229.32 a
S ₅₀	328.04	319.54	288.92	312.17 b
S ₇₅	431.78	405.83	373.07	403.56 c
S ₁₀₀	449.35	452.22	463.71	455.09 d
S ₁₂₅	468.29	458.37	486.13	470.93 d
Ort.	379.27	375.98	367.39	

Varyans analizi sonuçlarına göre, verim değeri üzerine sulama düzeylerinin etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

Denemede uygulanan sulama suyu miktarının (mm) dane verimine (kg da⁻¹) etkisini belirlemek amacıyla yapılan analizlerde ikinci dereceden önemli ($p < 0.01$) ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.4). Sulama suyu miktarının belirli bir düzeyden sonraki artışının verim üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Yapılan matematiksel çözümlerde en yüksek verim değerlerinin sulama suyu miktarının F₀ için 769 mm, F₂ için 816 mm, F₃ için 1567 mm olduğunda gerçekleşebileceği hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, F₃ uygulamasından elde edilen verim değerlerinin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak F₃ uygulamasında verimi maksimize eden sulama suyu miktarının 1567 mm olması sulama

suyunun etkin ve tasarruflu kullanımı açısından uygun değildir. Denemede gübre uygulamalarının istatistiksel olarak verim üzerinde etkili çıkmaması ve F₃ konusunda aşırı miktarda sulama suyu gereksiniminin hesaplanması, F₃ konusunun uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Bu nedenle maksimum verim için 769 mm'lik suya gereksinim duyan F₀ konusunun daha uygulanabilir olduğu düşünülmektedir. Bu değer uygulanan konular içerisinde S₁₀₀-S₁₂₅ konularına denk gelmektedir. Bu durum, etkili kök derinliği 90 cm olarak alındığında elverişli kapasitenin tamamı düzeyinde sulama yapmanın daha iyi bir seçenek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, her üç gübre uygulamasındaki verim, sulama suyu miktarı ve WUE dikkate alındığında F₀-S₇₅ uygulamasının diğer sulama düzeylerine göre su tasarrufu açısından daha iyi alternatif olduğu düşünülmüştür.



Şekil 4.4. Dane verimi ile sulama suyu arasındaki ilişki

Kültürel uygulamalara karşı son derece hassas bir bitki olan soya, iklimsel ve ekolojik koşullardan belirgin bir şekilde etkilenmektedir. Soya verimi Harran Ovası koşullarında 269.2–379.7 kg da⁻¹ (iki yıl ortalaması) arasında değişirken (Şimşek ve ark., 2001); Kahramanmaraş ekolojik koşullarında verim 302.8 kg da⁻¹ ve 490.8 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Yılmaz, 1999). İklimsel değişkenlerin verim üzerinde belirleyici olduğunu belirten Payero ve ark., (2005), verim değerlerinin üç yıl boyunca sırasıyla 1954.63 kg ha⁻¹, 2774.84 kg ha⁻¹, 3114.70 kg ha⁻¹ olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Farklı düzeylerdeki su stresinin verime etkisinin önemli farklılıklara neden olduğunu belirten Rosadi ve ark., (2007), bitki başına en yüksek verimin (35.2 g/bitki) en fazla sulama suyu uygulanan konudan, en düşük verimin (3.3 g/bitki) en az su uygulanan konudan elde edildiğini belirtmişlerdir. Schneekloth ve ark., (1991), kurak iklimde kısıtlı (150 mm ile sınırlandırılmış) ve tam sulama koşullarında verimin kısıtlı sulamadan sadece 0.4 Mg ha⁻¹ daha fazla elde edildiğini ve tam sulamayla karşılaştırıldığında, kısıtlı sulamada ortalama 119 mm'lik su tasarrufu sağlandığını saptamışlardır. Hergert ve ark., (1993), tam sulamada uygulanan toplam sulama suyunun % 53'üne denk gelen 150 mm'lik miktarın soya veriminin % 88.2'sinden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Lisar ve ark., (2012), dünyanın çeşitli yerlerinde kültür bitkilerinde su stresinin verimliliği % 50 oranında azalttığını belirtmektedirler. Kontrollü bir ortamda bitki gelişiminin farklı dönemlerinde su stresi uygulayan Sionit ve Kramer, (1977), bitkinin strese girme zamanının verimi üzerine bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Erken tane oluşumu ve bakla dolum dönemlerindeki stres nedeniyle tane veriminin azaldığını saptamışlardır. Irmak ve ark., (2014), soya bitkisinin temmuz ortasında su stresinin yaşamaya başladığını ve bu stresin ağustos ayının sonlarında en yüksek seviyeye çıktığını, su stresine bağlı olarak verimde % 24 oranında bir azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Sulama programını, bir ürüne zamanında ve tam olarak sulama suyu uygulama tekniği olarak tanımlayan Jensen, (1980), sulama programını tüm gelişme sezonu ve öncesini kapsayan bir düzenleme olduğunu belirtmiştir. Sulama programlamasının toprak ve yeraltı suyunun kalitesi üzerinde olumlu bir etki uyandırdığı, su kaynaklarının kullanılabilirliğini arttırdığı ve su kullanım etkinliğinde önemli bir artış sağladığı ortaya konulmuştur. (FAO, 1996). Suyun pahalı ve kıt olduğu alanlarda sulama programlamasına ihtiyaç duyulur (Tariq ve ark., 2003).

4.6.2. Bitkide Bakla Sayısı

Bitkideki toplam bakla sayısına ilişkin ilk (17.07.2013) ve ikinci (16.09.2013) örneklemede elde edilen değerler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Söz konusu çizelge incelendiğinde, birinci örnekleme sonuçlarına göre, en yüksek değerler F₀'da S₇₅ sulama düzeyinde (72.66 adet m⁻²), F₂'de S₁₂₅ sulama düzeyinde

(105.55 adet m⁻²), F₃'de ise S₁₀₀ sulama düzeyinde (88.40 adet m⁻²) gözlemlenmiştir. Gübre konuları arasında ortalama olarak en yüksek bakla sayısı F₃ uygulamasından (77.68 adet m⁻²); sulama düzeyleri arasında ise en yüksek S₁₀₀ sulama düzeyinden (78.55 adet m⁻²) elde edilmiştir.

İkinci biomas sonuçlarına göre; F₀, F₂ ve F₃ uygulamalarındaki en yüksek bakla sayıları sırasıyla S₇₅, S₁₀₀ ve S₁₂₅ sulama düzeyinde 1889.52 adet m⁻², 1995.23 adet m⁻² ve 2019.04 adet m⁻² olarak bulunmuştur. F₀ uygulamasında en düşük bakla sayısı S₂₅ sulama düzeyinde 1199.04 adet m⁻² elde edilmiştir. Aynı gübre konusunda en fazla artış S₂₅-S₅₀ sulama düzeyleri arasında % 30 olarak hesaplanmıştır. F₂ ve F₃ uygulamalarında en düşük değerler S₅₀ sulama düzeyinde sırasıyla 1362.85 adet m⁻² ve 1342.85 adet m⁻² olarak bulunmuştur. Sulama düzeyleri arasındaki en fazla artış F₂ uygulamasında S₇₅-S₁₀₀ arasında % 30, F₃ uygulamasında S₅₀-S₇₅ arasında % 31 olarak hesaplanmıştır (Çizelge.4.5). Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, ikinci örneklemede sulama düzeylerinin bakla sayısı üzerine etkili olduğu görülmektedir ($p<0.05$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.5. Bitkide bakla sayısına ilişkin sonuçlar

Sulama Düzeyi	Bitkide Bakla Sayısı (adet m ⁻²)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort.
S ₂₅	48.18	62.35	82.10	64.21
	1199.04	1577.14	1602.85	1459.68a
S ₅₀	59.85	66.61	78.25	68.24
	1564.76	1362.85	1342.85	1423.49a
S ₇₅	72.66	43.84	64.28	60.26
	1889.52	1522.85	1769.52	1727.30ab
S ₁₀₀	59.90	87.35	88.40	78.55
	1607.61	1995.23	1729.52	1777.46ab
S ₁₂₅	38.19	105.55	75.36	73.03
	1576.19	1888.57	2019.04	1827.93b
Ort.	55.76	73.14	77.68	
	1567.43	1669.33	1459.68	

* Her sulama düzeyinde gösterilen ilk satır birinci örnekleme sonucu, ikinci satır ise hasat dönemi örneklemesini temsil etmektedir.

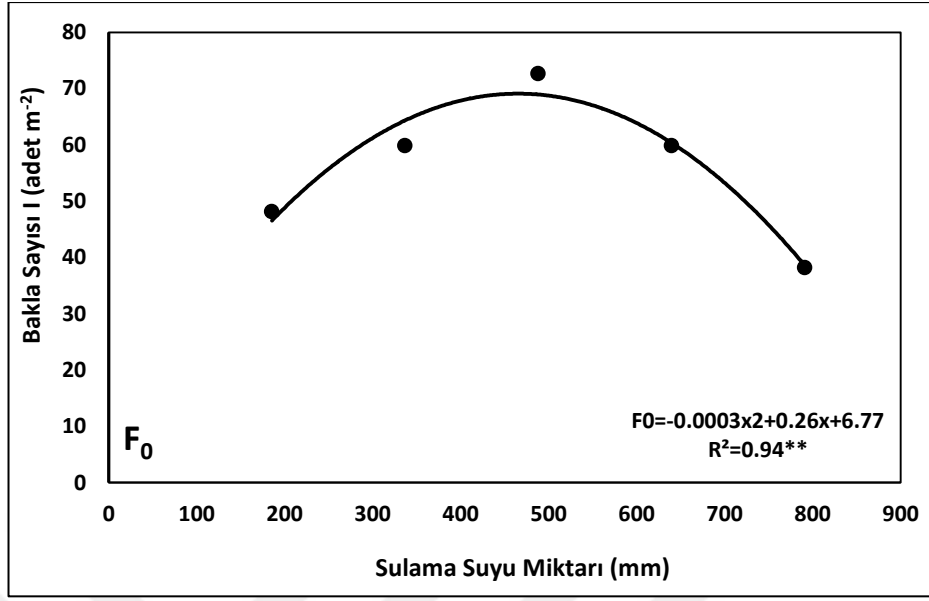
Tüm konular bir arada değerlendirildiğinde, en yüksek değer F₃-S₁₂₅ uygulamasında (2019.04 adet m⁻²) gözlemlenmiştir. Ancak sulama programlaması

açısından, bakla sayısı ve su tasarrufu dikkate alındığında F₀-S₇₅ sulama düzeyinin diğer uygulamalara göre daha tercih edilebilir bir uygulama olduğu düşünülebilir. Tam sulama konusuna göre % 25 daha az su kullanımı, su yetersizliği bulunan alanlarda aynı zamanda sulanabilir alan miktarının % 25 daha fazla olmasını sağlayabilir.

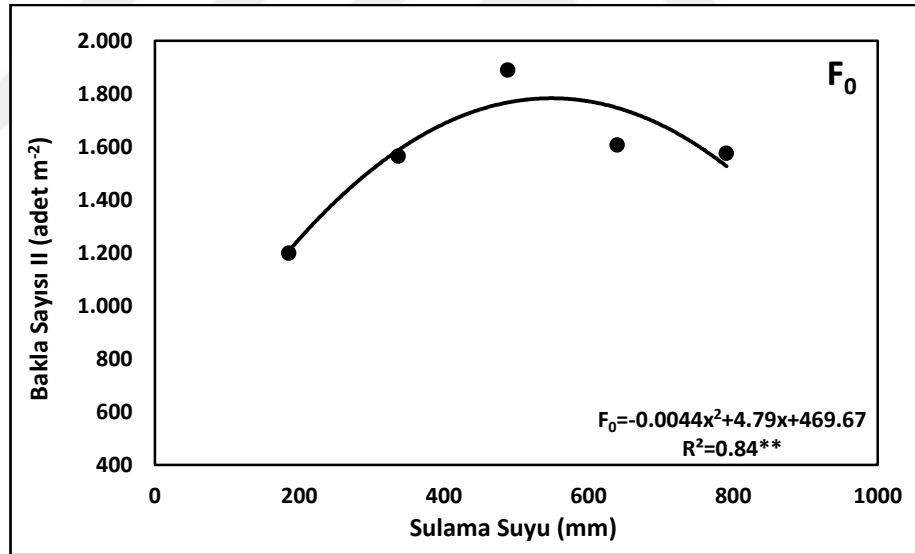
Sulama düzeylerine göre, ilk örnekleme esas alındığında, F₀ uygulamasındaki en fazla artış S₁₂₅ sulama düzeyinde görülmüş ve ikinci örneklemede bakla sayısı yaklaşık 40 kat artmıştır. Bununla birlikte F₂ ve F₃ konularında I. ve II. örneklemede en fazla artış S₇₅ sulama düzeylerinde görülmüş ve bakla sayısının sırasıyla 33 ve 28 kat arttığı hesaplanmıştır. Sonuç olarak, denemede bakla sayısı bakımından en elverişli uygulamanın her gelişme döneminde toplam gübreyi ikiye bölerek verdiğimiz F₂ konusu olduğunu ve bakla verimini optimum düzeyde tutarak en fazla su tasarrufu yapabileceğimiz sulama düzeyinin S₇₅ olduğunu söyleyebiliriz. Bitkideki bakla sayısı yetiştirme koşullarının yanı sıra çeşide bağlı olarak da değişmektedir.

Bakla oluşum döneminde ve hasat döneminde yapılan örneklemlere sulama suyu miktarının her iki örnekleme dönemindeki bakla sayısı üzerine etkili olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Ancak her iki örnekleme döneminde F₂ ve F₃ konuları için bakla sayısı ve sulama suyu arasında önemli regresyon ilişkisi belirlenememiştir (Şekil 4.5-4.6). Söz konusu şekiller incelendiğinde, ilk örnekleme dönemine kadar uygulanan sulama suyu ile bakla sayısı arasında elde edilen ikinci dereceden ilişkide maksimum bakla sayısı için uygulanması gereken sulama suyu miktarı 465.39 mm, ikinci örneklemede ise 548.5 mm olarak bulunmuştur. İlk ve ikinci örneklemlerdeki bakla sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişkiler irdelendiğinde, sadece F₀ konusunda regresyon katsayısı yüksek ikinci dereceden ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 4.5-4.6).

Tuğay ve ark., (2009), çeşitler arasında bitki başına en yüksek bakla sayısının 74.4 bakla/bitki, Yılmaz, (1999), 28.6-37.2 adet/bitki arasında değiştiğini, Karam ve ark., (2004) 1023-1347 adet m⁻² aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Ashley ve Ethridge (1978), soyanın farklı bir gelişme döneminde sulamaya başlamanın etkisini çalıştılar ve stresin etkisinin bitkiye uygulandığı sezona göre değiştiğini bulmuşlardır. Sezonluk toplam evapotranspirasyon ile verim ilişkisini incelemeler. Korte ve ark., (1982), sulama zamanlamasının bin dane ağırlığını ve bitki başına tohum sayısını etkilediğini buldu.



Şekil 4.5. Birinci örneklemede elde edilen bakla sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişki



Şekil 4.6. İkinci örneklemede elde edilen bakla sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişki

4.6.3. Bakladaki Dane Sayısı

Bakla başına tohum sayısı verimi etkileyen önemli bir etmendir. Yetiştiricilikte bakladaki tohum sayısının fazla olması istenir. Çizelge 4.6'da her bir baklada bulunan dane sayısı değerleri verilmiştir. Söz konusu Çizelge'den görüldüğü gibi, tüm

uygulamalarda üçlü daneye sahip bakla sayısı en fazladır ve bunu ikili, birli ve dörtlü baklalar takip etmektedir. En yüksek değer F₂-S₁₀₀ uygulamasından (1196.19 adet m⁻²), en düşük değer ise F₃-S₇₅ uygulamasından (5.71 adet m⁻²) elde edilmiştir.

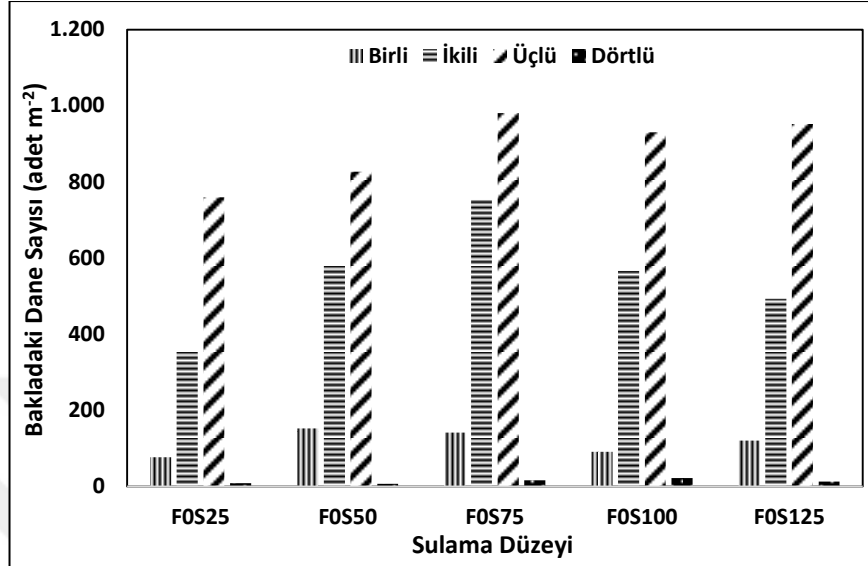
Denemede baklada tohum sayısı en yüksek 4.0 adet, en düşük 1.0 adet olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7-4.9). Söz konusu şekillerden görüldüğü gibi, bakla başına dane sayısının 3 adet olarak yoğunlaştığı görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3), *bakladaki tohum sayısı* üzerine, *su uygulama konuları* (sd) ve *gruplandırma* % 1 düzeyinde etkili olurken; *gübre düzeyi* × *sulama düzeyi* interaksyonu % 5 düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.6. Bakladaki dane sayısına ilişkin ortalama değerler

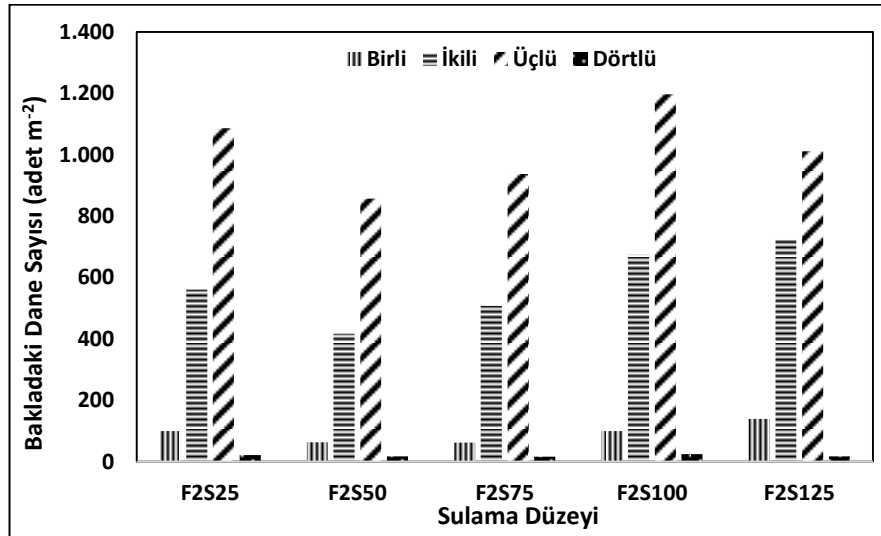
Bakladaki Dane Sayısı (adet m⁻²)						
F₀	S₂₅	S₅₀	S₇₅	S₁₀₀	S₁₂₅	Ort.
Birli	76.19	152.38	140.95	90.47	120.00	116.00
İkili	355.24	579.05	752.38	565.71	492.38	548.95
Üçlü	759.05	826.66	980.00	929.52	951.43	889.33
Dörtlü	8.57	6.67	16.19	21.90	12.38	13.14
Ort.	299.76	391.19	472.38	401.90	394.05	391.86
F₂	S₂₅	S₅₀	S₇₅	S₁₀₀	S₁₂₅	Ort.
Birli	99.05	62.86	61.91	100.00	139.05	92.57
İkili	560.00	416.19	507.62	674.29	721.90	576.00
Üçlü	1085.72	857.14	937.14	1196.19	1010.48	1017.33
Dörtlü	20.95	17.14	16.19	24.76	17.15	19.24
Ort.	441.43	338.33	380.71	498.81	472.14	426.29
F₃	S₂₅	S₅₀	S₇₅	S₁₀₀	S₁₂₅	Ort.
Birli	72.38	64.76	171.43	97.14	145.72	110.29
İkili	573.33	381.90	700.00	611.43	692.38	591.81
Üçlü	940.95	880.95	862.86	1031.43	1164.76	972.25
Dörtlü	16.19	15.24	5.71	21.90	25.72	16.95
Ort.	400.72	335.71	435.00	386.75	507.14	413.51

Ramseur ve ark., (1984), sulu ve susuz uygulamalar arasında tek tohum ağırlığında bir fark olmadığını, sulamayla birlikte tohum gelişim hızının arttığını ve dane dolum döneminin kısaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışma ile diğer çalışmalardan

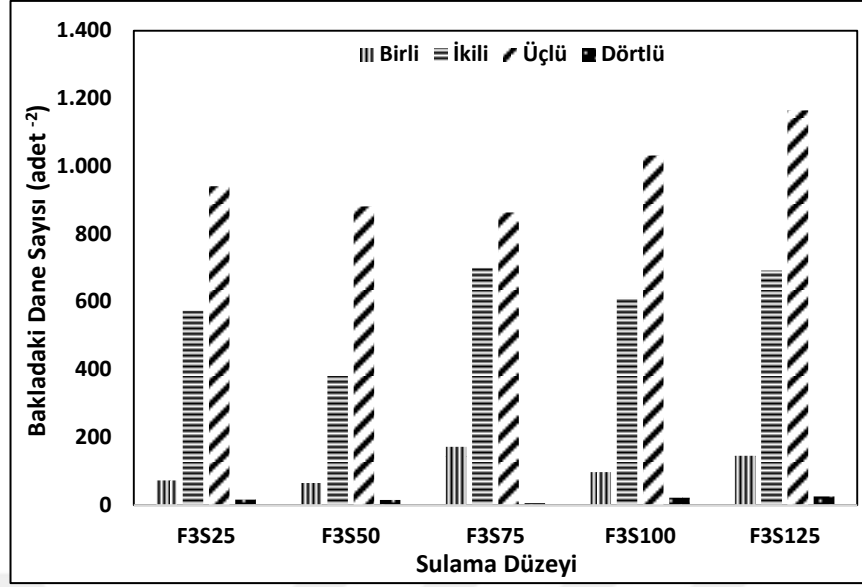
elde edilen sonuçlar, tohum verimi üzerine kuraklık stresinin tek etkisinin tohum sayısını azaltmak olduğu sonucunu desteklemektedir (Boerma ve ark., 1982).



Şekil 4.7. Tanık (F_0) konusuna ilişkin bakla başına dane sayısı ile sulama düzeyi arasındaki ilişki



Şekil 4.8. F_2 konusuna ilişkin bakla başına dane sayısı ile sulama düzeyi arasındaki ilişki



Şekil 4.9. F₃ konusuna ilişkin bakla başına dane sayısı ile sulama düzeyi arasındaki ilişki

4.6.4. 1000 Dane Ağırlığı

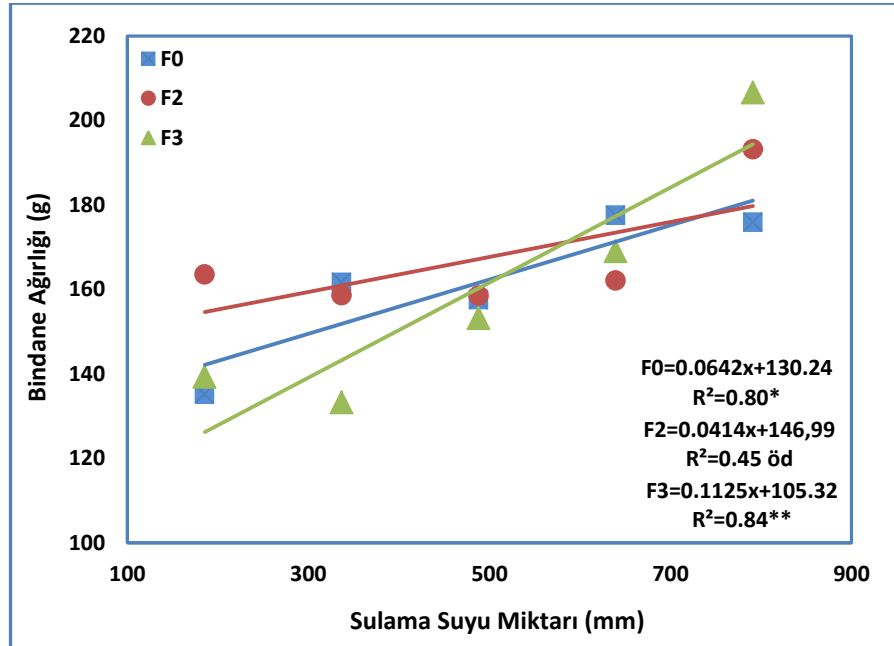
1000 dane ağırlığına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, araştırmada en yüksek 1000 dane ağırlığı F₂ ve F₃ konularında S₁₂₅ sulama düzeyinde (193.15 g ve 206.62 g), F₀ konusunda ise S₁₀₀ sulama düzeyinden (177.54 g) elde edilmiştir. En düşük 1000 dane ağırlıklarının F₃ uygulamasında S₅₀ sulama düzeyinde (133.26 g), F₂ uygulamasında S₇₅ sulama düzeyinde (158.54 g) ve F₀ konusunda S₂₅ sulama düzeyinde (135.24 g) belirlenmiştir. Diğer sulama düzeylerinin 1000 dane ağırlıkları bu değerler arasında değişmiştir. Gübre konuları arasında ortalama olarak en yüksek 1000 dane ağırlığı F₂ uygulamasından (167.19 g) elde edilmiştir. Tam sulama konusu esas alındığında, S₁₂₅ sulama düzeyindeki artış oranı F₂’de % 19, F₃’de % 22 olarak hesaplanmıştır. F₀’da ise S₁₀₀ ve S₁₂₅ sulama düzeylerindeki 1000 dane ağırlığı yaklaşık aynı miktarda ölçülmüştür. Sulama düzeylerinin ortalamaları incelendiğinde en yüksek artış S₁₀₀ (169.55 g) ve S₁₂₅ (191.89 g) sulama düzeyleri arasında gerçekleşmiştir (% 13). Sulama düzeyleri arasında 1000 dane ağırlığı istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşturmuş ve S₅₀ ve S₇₅ sulama düzeyleri aynı grupta yer alırken diğer sulama düzeyleri (S₂₅, S₁₀₀ ve S₁₂₅) ayrı gruplarda yer almaktadır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. 1000 dane ağırlığı ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	1000 Dane ağırlığı (g)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort.
S ₂₅	135.24	163.54	139.31	146.03 a
S ₅₀	161.68	158.65	133.26	151.19ab
S ₇₅	157.58	158.54	153.14	156.42ab
S ₁₀₀	177.54	162.11	169.02	169.55b
S ₁₂₅	175.92	193.15	206.62	191.89c
Ort.	161.59	167.19	160.27	

Sulama suyu miktarı ile 1000 dane ağırlığı arasında doğrusal ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.10). Şekil 4.10'dan görüldüğü gibi, sulama suyu ile 1000 dane ağırlığı arasında F₀ uygulamasında ($R^2=0.80^*$), ve F₃ uygulamasında ($R^2=0.84^{**}$) regresyon katsayısı yüksek, F₂'de regresyon katsayısı düşük ($R^2=0.45$ öd) ilişkiler bulunmuştur. Sulama suyu miktarındaki her bir birimlik artış, 1000 dane ağırlığında F₀'da 0.06 gr, F₃'de 0.84 gr artış sağlamıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre, bin dane ağırlığı üzerine sadece sulama düzeylerinin etkisi ($p<0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 4.3).



Şekil 4.10. 1000 dane ağırlığı ve sulama suyu arasındaki ilişki

Candoğan, (2009), iki yıllık araştırmalarında su ihtiyacının tam olarak karşılandığı konuda 1000 dane ağırlığının 173.3 g ve 134.9 g arasında değiştiğini belirtmiştir. Elde edilen sonuçlar ile diğer araştırmalardan elde edilen sonuçlar arasında önemli benzerlikler saptanmıştır. 14 farklı soya çeşidi ve 4 farklı genotipte yürütölen bir araştırmada, 1000 dane ağırlığı değerleri 135.4-167.4 g arasında saptanmıştır (Güngör ve Arioğlu, 2009). Benzer şekilde yürütölen araştırmalarda 1000 dane ağırlıkları Ege Bölgesi'nde 9.5-18.5 g, (Tuğay ve ark., 2009), Çukurova bölgesinde 125.1 g-178.4 g arasında belirlenmiştir (Sarımehmetoğlu, 2006).

4.6.5. Bitkide Çiçek Sayısı

Ekimden çiçeklenme dönemine kadar geöen sürede uygulanan su stresinin hasat döneminde verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan ölçümlere ilişkin sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çiçek sayısının en yoğun olduğu dönemde (17.07.2013) yapılan ölçümlerde en yüksek çiçek sayısı F₀'da S₂₅ (48.57 adet m⁻²), F₂'de S₅₀ (35.57 adet m⁻²), F₃'de S₁₀₀ (42.38 adet m⁻²) sulama düzeylerinden elde edilmiştir. Ölçümlerin yapıldığı döneme kadar toplam 3 adet sulama yapılmış ve S₂₅, S₅₀, S₇₅, S₁₀₀ ve S₁₂₅ sulama düzeylerine sırasıyla 56.09 mm, 107.3 mm, 157.98 mm, 208.93 mm ve 259.88 mm sulama suyu uygulanmıştır. Söz konusu tarihe kadar F₂ konusuna 2 kez, F₃ konusuna 3 kez gübre uygulanmıştır.

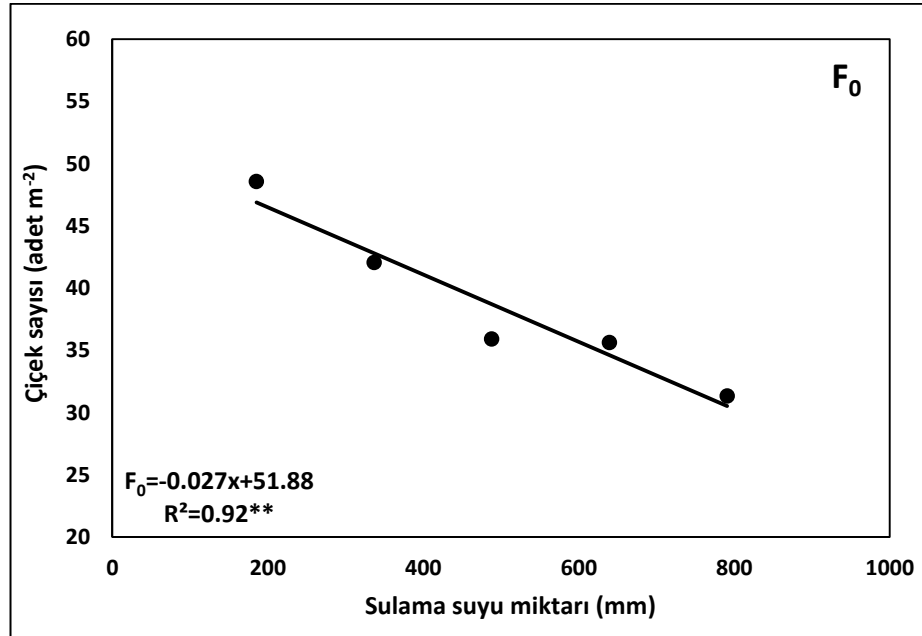
Çizelge 4.8. Bitkide çiçek sayısı ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	Çiçek Sayısı (adet m ⁻²)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort.
S ₂₅	48.57	20.97	27.06	32.20
S ₅₀	42.04	35.57	25.63	34.41
S ₇₅	35.90	23.66	26.16	28.57
S ₁₀₀	35.61	33.00	42.38	37.00
S ₁₂₅	31.33	35.31	38.50	35.05
Ort.	38.69	29.70	31.95	

Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek çiçek sayısı F₀ konusunda belirlenmiştir (38.69 adet m⁻²). Ölçüm tarihinde en yüksek çiçek sayısı F₀ konusunun S₂₅ sulama düzeyinde (48.57 adet m⁻²) belirlenirken aynı konuda en düşük

çiçek sayısı S_{125} sulama düzeyinde ($31.33 \text{ adet m}^{-2}$) belirlenmiştir. S_{25} sulama düzeyi ile kıyaslandığında, S_{125} 'deki çiçek sayısı % 35 oranında azalmıştır. F_3 konusunda en yüksek çiçek sayısı $42.38 \text{ adet m}^{-2}$ ile S_{100} sulama düzeyinde görülmüş ve F_3 konusunun sahip olduğu en düşük çiçek sayısına (F_3-S_{50} , $25.63 \text{ adet m}^{-2}$) kıyasla % 65 oranında artmıştır. Gübre uygulamaları incelendiğinde, F_0 uygulamasının tüm sulama düzeylerinde su miktarı arttıkça çiçek sayısı azalmıştır. Ancak F_2 ve F_3 uygulamalarında benzer bir kararlı durum belirlenememiştir. Genel olarak düşük su seviyelerinde çiçek sayısının yüksek çıkmasının esas nedeninin, çiçeklenme döneminde uygulanan su stresinin bitkide erken çiçek açımına ve çiçek sayısında dönemsel artışa sebep olması olarak değerlendirilebilir.

Çiçek sayımının yapıldığı döneme kadar yapılan sulamalarda uygulanan sulama suyu ile çiçek sayısı arasında F_0 konusu dışında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. F_0 konusunda sulama suyu ile çiçek sayısı arasında ($F_0=0.027x+51.88$ $R^2=0.92^{**}$) biçiminde sulama suyu arttıkça çiçek sayısının azaldığını gösteren bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.11). En fazla çiçek sayısını 13.40 adet ile tam sulama konusundan elde edildiğini belirten Rosadi ve ark., (2007), bu adedin soyanın yaklaşık 6. haftasında yapılan ölçümlerden elde edildiğini belirtmişlerdir.



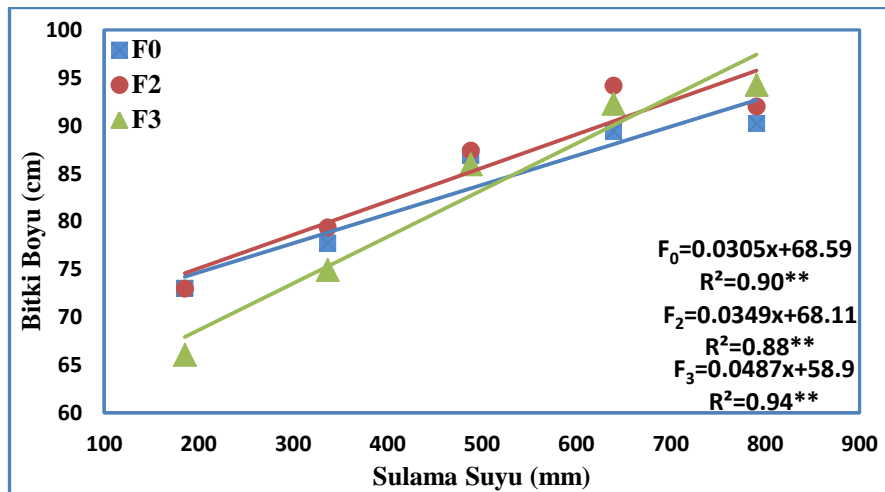
Şekil 4.11. Çiçek sayısı ile sulama suyu arasındaki ilişki

4.6.6. Bitki Boyu

Araştırmada uygulamalara ilişkin bitki boyu ortalama değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Söz konusu Çizelge incelendiğinde, bitki boyunun uygulamalara bağlı olarak 66.05 cm (F₃-S₂₅) ile 94.25 cm (F₃-S₁₂₅) arasında değiştiği ve sulama suyu arttıkça bitki boyunun arttığı görülmektedir. Tüm konularda en düşük bitki boyu S₂₅, en yüksek bitki boyu ise S₁₂₅ sulama düzeylerinde gözlemlenmiştir. Gübre uygulamaları arasında en yüksek bitki boyu, 85.18 cm değeri ile F₂ uygulamasında görülmektedir ve bunu sırasıyla F₀ (83.47 cm) ve F₂ (82.69 cm) uygulamaları takip etmektedir. Bununla birlikte, F₀, F₂ ve F₃ uygulamalarında S₂₅ sulama düzeyi kıyas alındığında S₁₂₅ sulama düzeyindeki artış miktarları sırasıyla % 23, % 27 ve % 42 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Konulardan elde edilen bitki boyu ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	Bitki Boyu (cm)			Ort
	F ₀	F ₂	F ₃	
S ₂₅	73.02	72.96	66.05	70.68a
S ₅₀	77.74	79.35	74.91	77.33b
S ₇₅	86.90	87.40	85.96	86.76c
S ₁₀₀	89.43	94.18	92.29	91.96c
S ₁₂₅	90.24	92.00	94.25	92.16c
Ort	83.47	85.18	82.69	



Şekil 4.12. Bitki boyu ile sulama suyu arasındaki ilişkiler

Ayrıca bitki boyu sulama suyu ile önemli regresyon ilişkisi oluşturmuş ve uygulanan her birim suya karşılık F_0 , F_2 ve F_3 uygulamalarındaki bitki boyunun sırasıyla 0.030, 0.034 ve 0.048 cm arttığı hesaplanmıştır (Şekil 4.12).

Speckth ve ark. (1986), 1983 ve 1984 yıllarında yaptıkları araştırmada uygulanan her mm'lik suya karşılık olarak, bitki boyunda sırasıyla 8.5 ve 6.8 cm'lik bir artış elde etmişlerdir ($r^2=0.99$), yaklaşık R4 gelişme dönemine kadar ana gövde uzaması artmıştır ve sulama suyu ile bu teşvik edilmiştir.

4.6.7. Yaprak ve Gövde Kuru Madde Miktarı

Verim değerlerinin tahmini amacıyla çiçeklenme ve hasat dönemlerinde olmak üzere iki farklı zamanda kuru madde miktarları belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde (17.07.2013) yaprak, gövde ve toplam kuru madde miktarları, hasat döneminde ise sadece toplam kuru madde miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.10-4.12'de verilmiştir. Çizelgelerde belirtildiği gibi, çiçeklenme döneminde yaprak, gövde ve toplam kuru madde miktarları tüm sulama uygulamalarında S_{75} sulama düzeyine kadar artmış ve S_{100} ve S_{125} uygulamalarında azalmıştır. En yüksek yaprak kuru ağırlığı değerleri F_0 , F_2 ve F_3 uygulamalarında S_{75} sulama düzeyinde (sırasıyla 198.25 g, 153.81 g ve 152.67 g) olarak belirlenmiştir. Sulama düzeyleri arasındaki en fazla artış S_{25} ve S_{75} sulama düzeyleri arasında hesaplanmıştır. Söz konusu sulama düzeyleri arasındaki artış F_0 'da % 71, F_2 'de % 61 F_3 'de % 69 olarak belirlenmiştir. Ortalama olarak en yüksek yaprak kuru ağırlığı F_0 gübre uygulamasında (138.74 g) elde edilirken bunu sırasıyla F_3 (124.43 g) ve F_2 (118.99 g) uygulamaları takip etmiştir. İstatistiksel olarak S_{50} ve S_{125} aynı grupta yer alırken diğer sulama düzeylerinin farklı gruplarda yer almasıyla 4 farklı grup oluştuğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Yaprak kuru ağırlığı ile sulama suyu miktarı arasında F_0 konusu için ($p<0.01$) düzeyinde önemli (Şekil 4.13), F_2 ve F_3 için önemsiz ilişkiler elde edilmiştir. Araştırmada yaprak kuru ağırlığının 510 mm düzeyindeki sulama suyuna kadar arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.13).

En yüksek gövde kuru ağırlığı, F_0 , F_2 ve F_3 konularında S_{75} sulama düzeyinde sırasıyla 186.95 g, 250.33 g, 223.67 g olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.11). Gövde kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığında olduğu gibi, tam (S_{100}) ve aşırı (S_{125}) sulama

düzeylerinde S₇₅'e göre daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. S₂₅ sulama düzeyi esas alındığında, S₇₅ sulama düzeyindeki artış miktarı F₀, F₂ ve F₃ konularında sırasıyla % 77, % 58 ve % 66 olarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, S₅₀ ve S₁₂₅ aynı grupta, diğer sulama düzeylerinin farklı gruplarda yer aldığı ve 4 farklı grup olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Denemede *gövde kuru madde miktarına sulama düzeylerinin* ($p<0.01$), *gübre uygulamasının* ($p<0.05$) düzeyinde etkili olduğu, *gübre × sulama düzeyi* interaksiyonunun istatistiksel olarak etkili olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3).

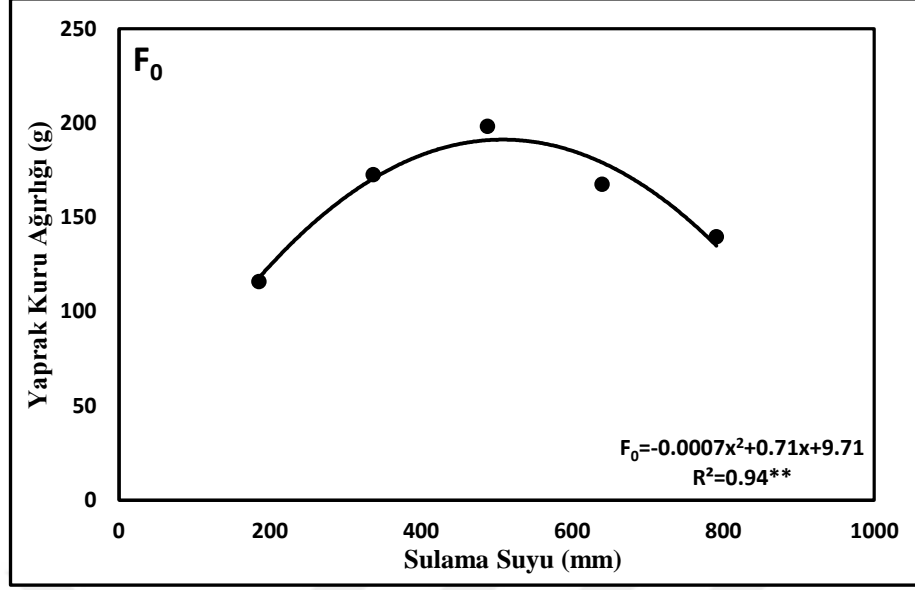
Gövde kuru ağırlığı ve sulama suyu arasında F₀ ve F₂ konularında istatistiksel olarak önemsiz, F₃ konusunda ise ikinci dereceden önemli ilişki ($R^2=0.82^{**}$) elde edilmiştir. En yüksek gövde kuru ağırlığının, sulama suyu miktarı 639 mm olduğunda elde edileceği hesaplanmıştır (Şekil 4.14). Morfolojik gelişim sürecinde su stresine bitkilerin en önemli tepkisi, yaprak alanındaki azalmalar, yaprak yaşlanması ve dökülmesinin hızlanmasıdır. (Santos ve Carlesso, 1988).

Çizelge 4.10. Yaprak kuru ağırlığı ortalama değerleri

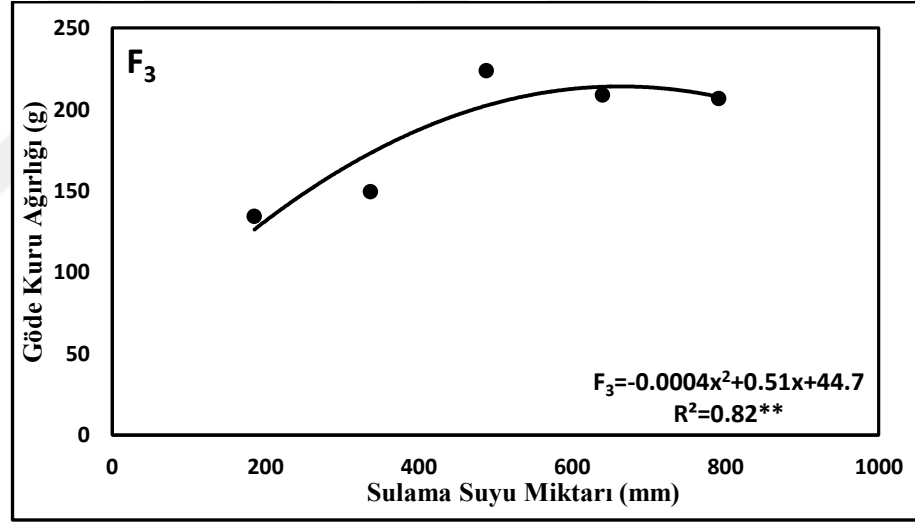
Sulama Düzeyi	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort
S ₂₅	115.87	95.38	90.26	100.50a
S ₅₀	172.54	108.29	97.72	126.18ab
S ₇₅	198.25	153.81	152.67	168.24c
S ₁₀₀	167.46	143.81	144.86	152.04bc
S ₁₂₅	139.59	93.70	136.67	123.32ab
Ort	138.74	118.99	124.43	

Çizelge 4.11. Gövde kuru ağırlığı ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	Gövde Kuru Ağırlığı (g)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort
S ₂₅	105.52	158.33	134.67	132.84a
S ₅₀	162.48	169.67	149.67	160.60ab
S ₇₅	186.95	250.33	223.67	220.32c
S ₁₀₀	147.62	233.00	208.67	196.43bc
S ₁₂₅	148.09	152.33	206.67	169.03ab
Ort	150.13	192.73	184.67	



Şekil 4.13. Yaprak kuru ağırlığı ve sulama suyu arasındaki ilişki



Şekil 4.14. Gövde kuru ağırlığı ile sulama suyu arasındaki ilişkiler

4.6.8 Kuru Madde Miktarı

Toplam kuru madde miktarına ilişkin birinci ve ikinci örneklemeelerde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12’de verilmiştir. İlk örneklemede, tüm gübre uygulamalarında en yüksek kuru madde değeri F_0 , F_2 ve F_3 gübre uygulamalarında S_{75} sulama düzeyinde sırasıyla $385.21 \text{ kg da}^{-1}$, $404.09 \text{ kg da}^{-1}$ ve $376.57 \text{ kg da}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. En düşük

değerler ise F₀ ve F₃ konularında S₂₅ sulama düzeyinde (sırasıyla 221.39 kg da⁻¹ ve 224.74 kg da⁻¹), F₂ uygulamasında S₁₂₅ sulama düzeyinde (245.80 kg da⁻¹) belirlenmiştir. Gübre konuları içerisinde ortalama olarak en yüksek değer 404.09 kg da⁻¹ ile F₂-S₇₅ uygulamasında gerçekleşmiştir. (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kuru madde miktarı ortalama değerleri

Kuru Madde Miktarı (kg da⁻¹)				
Sulama Düzeyi	F₀	F₂	F₃	Ort.
S₂₅	221.39	253.67	224.74	233.27a
	197.33	291.62	289.33	259.43a
S₅₀	335.01	278.00	247.34	286.79ab
	406.67	253.90	258.95	306.51a
S₇₅	385.21	404.09	376.57	388.62c
	397.90	282.29	378.29	352.83b
S₁₀₀	315.08	376.86	353.71	348.55bc
	397.14	403.24	360.19	386.86b
S₁₂₅	287.68	245.80	343.43	292.30ab
	395.33	458.95	468.10	440.79b
Ort.	308.87	311.68	309.15	
	358.87	338.00	350.97	

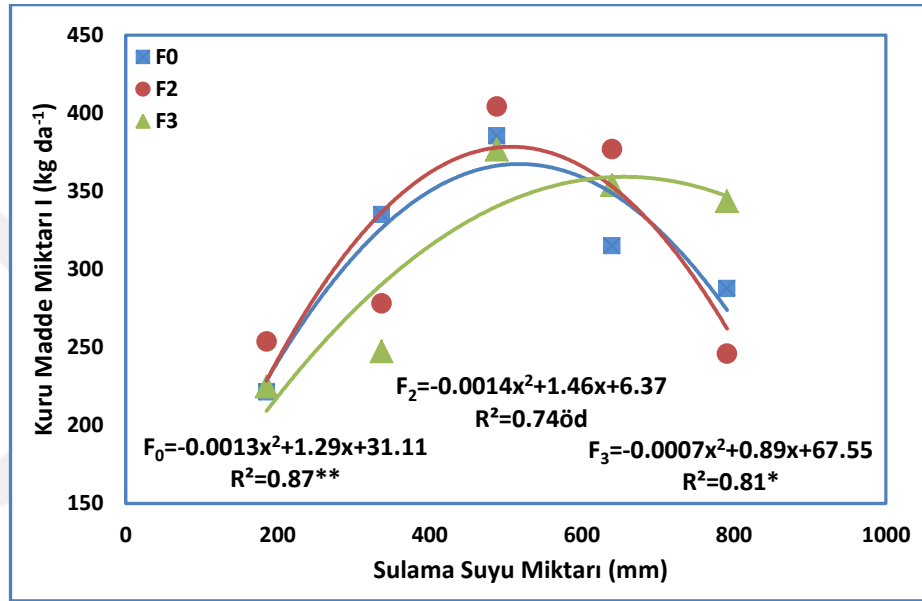
*Her sulama düzeyinde gösterilen ilk satır birinci örnekleme sonucu, ikinci satır ise hasat dönemi örneklemesini göstermektedir.

Hasat döneminde yapılan ikinci örneklemede ise en yüksek kuru madde miktarı F₀'da S₅₀ sulama düzeyinde (406.67 kg da⁻¹), F₂'de ve F₃'de ise S₁₂₅ sulama düzeylerinde (sırasıyla 458.95 kg da⁻¹ ve 468.10 kg da⁻¹) gerçekleşmiştir. F₀, F₂ ve F₃ konularının ortalama değerleri ise birbirine yakın olup sırasıyla 358.87 kg da⁻¹, 338.00 kg da⁻¹ ve 350.97 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Sulama düzeyleri içerisinde en yüksek değer ortalama olarak S₁₂₅ sulama düzeyinde belirlenmiştir (468.10 kg da⁻¹). Sulama düzeyleri arasındaki en yüksek artış F₀ konusunda S₂₅-S₅₀ arasında % 106, F₂'de S₂₅-S₁₂₅ arasında % 57, F₃'de S₅₀-S₁₂₅ sulama düzeyinde % 80 oranında gerçekleşmiştir.

İstatistiksel olarak ilk örneklemede sulama düzeyleri arasında 4 farklı grup olduğu, S₅₀ ve S₁₂₅ sulama düzeylerinin aynı grupta, diğer sulama düzeylerinin farklı gruplarda yer aldığı; ikinci örneklemede ise sulama düzeyleri arasında iki farklı grup

belirlenmiştir. S₂₅ ve S₅₀ bir grubu oluştururken, diğer sulama düzeyleri ikinci grubu oluşturmaktadır (Çizelge 4.12).

İki örnekleme dönemi kıyaslandığında, F₂-S₅₀ konusu dışında tüm uygulamalarda toplam kuru madde miktarı artmıştır. Sulama düzeyleri içerisinde en fazla artış F₂ konusunda S₁₂₅ sulama düzeyinde gerçekleşmiştir (% 86). Gübre konuları içerisinde ise F₀ konusunda % 16, F₂ konusunda % 8 ve F₃ konusunda % 13 oranında artış gözlemlenmiştir.

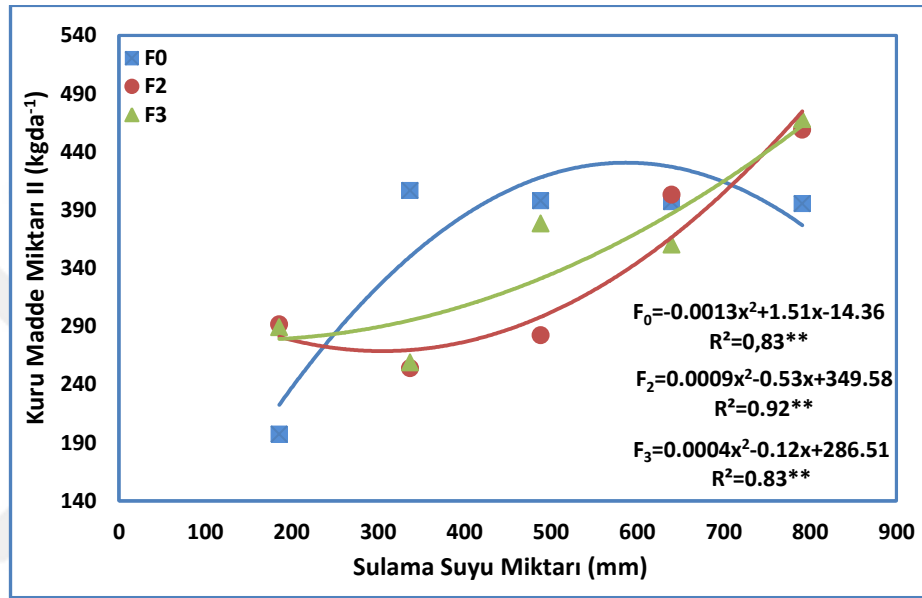


Şekil 4.15. Bitki kuru madde miktarı (Çiçeklenme dönemi) ile sulama suyu miktarı arasındaki ilişkiler

Çiçeklenme ve hasat dönemlerine ait kuru madde miktarları ve sulama suyu arasındaki ilişki Şekil 4.15-4.16'da verilmiştir. Araştırmada 1. örnekleme döneminde (17.07.2013) elde edilen F₀ ve F₃ konularına ait kuru madde miktarları ve sulama suyu arasında istatistiki açıdan ($p < 0.05$) düzeyinde önemli ikinci dereceden ilişkiler bulunmuştur. Ancak F₂ uygulamasında sulama suyu, bitki kuru madde miktarı üzerinde etkili olmamıştır ($p > 0.05$) (Şekil 4.15). Söz konusu grafikler incelendiğinde, F₀ uygulamasının 499.53 mm, F₃ uygulamasının ise 635.78 mm sulama suyunda maksimum kuru madde miktarına ulaştıkları ve söz konusu değerlerin denemede S₇₅ ve S₁₀₀ sulama düzeylerine denk geldiği belirlenmiştir. Hasat döneminde yapılan ikinci

örneklemede ise kuru madde miktarı ile sulama suyu arasındaki ilişki F_0 , F_2 ve F_3 konularında önemli bulunmuştur.

Kısıtlı su şartları altında kuru madde miktarının azalması, azalan fotosentez oranı ile ilişkilidir (Neumaier ve ark., 2000). Su potansiyelinin, -0.80 MPa değerine düşmesiyle yaprak uzama miktarı % 40 oranında, yaprak alanı ve bitki kuru madde miktarı ise sırasıyla % 60 ve % 65 azalmıştır (Muchow ve ark., 1986).



Şekil 4.16. Bitki kuru madde miktarı (Hasat dönemi) ile sulama düzeyi arasındaki ilişkiler

4.6.9. Gövde ve Yaprak Nem İçeriği

Bitki üst aksamında (gövde ve yaprak) tutulan nem içeriğine sulama suyu miktarının etkisini belirlemek amacıyla birinci biomas döneminde yapılan örneklemelemlere ilişkin sonuçlar Çizelge 4.13 ve 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13’e göre, F_3 uygulamasında gövde nem içeriği sulama düzeylerindeki artışa bağlı olarak sürekli olarak artmıştır. En yüksek gövde nem içeriği % 86.02 olarak görülmüştür (S_{125}). Gövde nem içerikleri F_0 ve F_2 konularında S_{100} sulama düzeyine kadar artmış, S_{125} ’de azalmıştır. En yüksek nem içeriği F_0 ve F_2 konularında S_{100} sulama düzeyinde sırasıyla % 87.16 ve % 83.48 olarak belirlemiştir. Gübre konuları arasındaki gövde nem içeriğinde önemli farklılıklar saptanamamıştır. İstatistiksek olarak sulama

düzeyleri arasında 4 farklı grup oluştuğu; S₁₀₀ ve S₁₂₅ konularının aynı grupta, S₂₅, S₅₀ ve S₇₅ konularının farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede *gübre konuları ve sulama düzeyleri* arasında ($p<0.01$) düzeyinde önemli ilişki elde edilirken *gübre×sulama düzeyi* etkileşimi arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir (Çizelge 4.3).

F₀, F₂ ve F₃ konularında bulunan yaprak nem içerikleri sırasıyla % 69.38, % 70.04 ve % 67.98 olarak gerçekleşmiştir. Sulama düzeyleri arasında F₂ ve F₃ konularındaki en yüksek değerler S₁₀₀ sulama düzeyinde, F₀ konusunda ise S₇₅ sulama düzeyinde görülmüştür. Sulama düzeyleri arasında çok fark olmamakla birlikte F₀, F₂ ve F₃ konularındaki en yüksek değerler sırasıyla % 71.40, % 71.46 ve % 69.79 olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak, S₇₅, S₁₀₀ ve S₁₂₅ konularının bir grupta, diğer sulama düzeylerinin her birinin farklı gruplarda yer aldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Bitkinin gövde nem içeriği ortalama değerleri

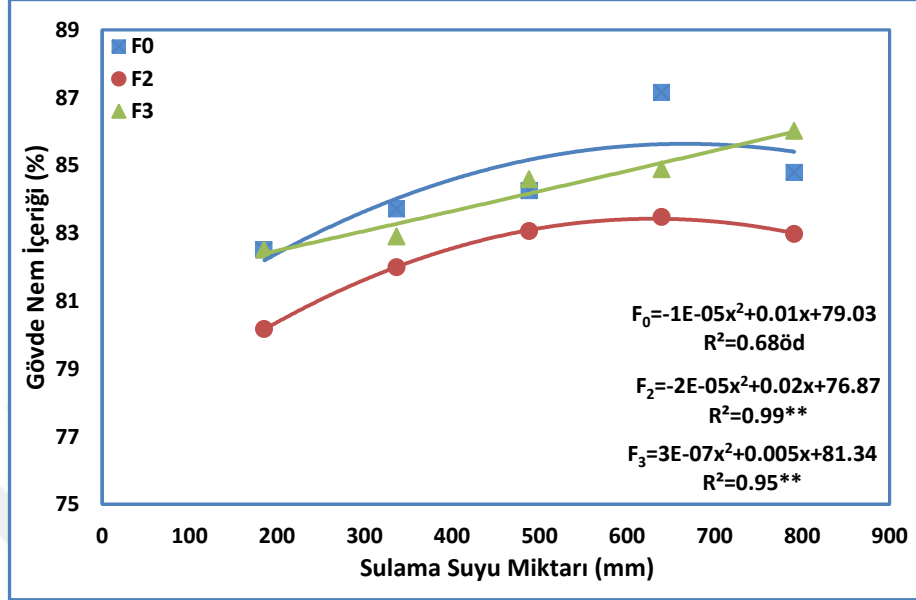
Sulama Düzeyi	Gövde Nem İçeriği (%)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort
S ₂₅	82.51	80.18	82.52	81.74a
S ₅₀	83.71	82.00	82.91	82.87ab
S ₇₅	84.26	83.06	84.60	83.97bc
S ₁₀₀	87.16	83.48	84.89	85.18c
S ₁₂₅	84.80	82.98	86.02	84.60c
Ort	84.48	82.34	84.18	

Çizelge 4.14. Yaprak nem içeriği ortalama değerleri

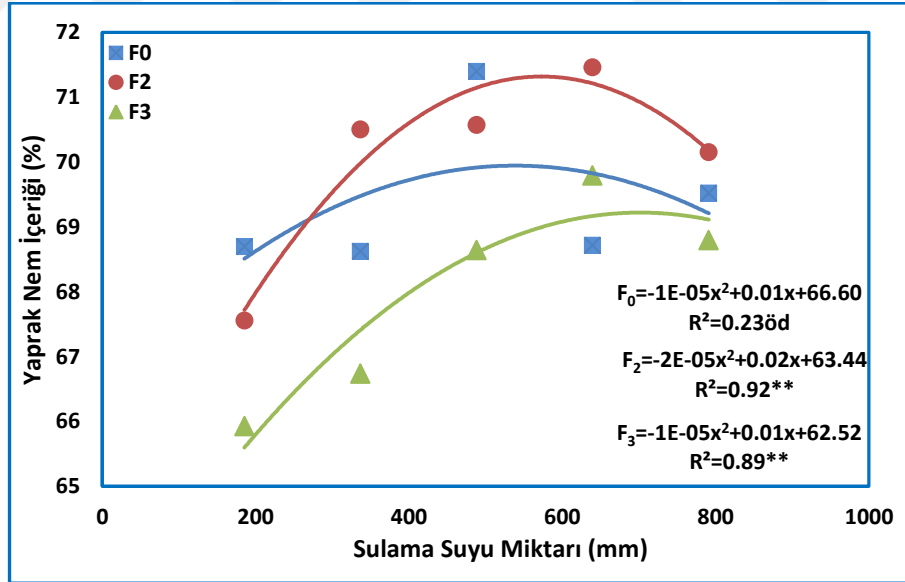
Sulama Düzeyi	Yaprak Nem İçeriği (%)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort
S ₂₅	68.69	67.56	65.93	67.39a
S ₅₀	68.62	70.50	66.74	68.62ab
S ₇₅	71.40	70.57	68.64	70.20b
S ₁₀₀	68.71	71.46	69.79	69.99b
S ₁₂₅	69.52	70.15	68.80	69.49b
Ort	69.38	70.04	67.98	

Sulama suyu miktarı, F₂ ve F₃ konularında bitki gövdesindeki ve yapraktaki nem içeriğine etkili olmuştur. Gövde nem içeriği F₂ konusunda 520 mm sulama suyunda

maksimum değere ulaşmıştır. Benzer şekilde yaprak nem içeriği F₂ konusunda 687.5 mm sulama suyuyla maksimum değere ulaşmıştır (Şekil 4.17 ve 4.18).



Şekil 4.17. Gövde nem içeriği ve sulama suyu miktarı arasındaki ilişki



Şekil 4.18. Yaprak nem içeriği ve sulama suyu miktarı arasındaki ilişki

4.6.10. Yağ Oranı

Yağ miktarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.15’de verilmiştir. En yüksek yağ miktarı F₂ ve F₃ konularında S₇₅ sulama düzeyinde sırasıyla % 13.10, % 15.07; F₀ konusunda S₁₀₀ sulama düzeyinde % 16.83 olarak belirlenmiştir. En düşük yağ oranı ise F₀ ve F₃ gübre konularında sırasıyla % 15.27 ve % 11.26 ile S₁₂₅ konusunda, F₂ konusuna göre % 12.31 ile S₁₀₀ uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.15. Yağ oranına ilişkin ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	Yağ Oranı (%)			Ort.
	F ₀	F ₂	F ₃	
S ₂₅	15.48	12.67	12.74	13.63ab
S ₅₀	16.06	12.69	11.81	13.52a
S ₇₅	16.62	13.10	15.07	14.93b
S ₁₀₀	16.83	12.31	14.08	14.40ab
S ₁₂₅	15.27	13.08	11.26	13.20a
Ort.	16.05	12.77	12.99	

Gübre konuları içerisinde en yüksek yağ miktarı F₀ konusunda % 16.05 olarak belirlenmiştir. Ayrıca sulama düzeylerinin istatistiksel olarak 3 grup oluşturduğu görülmektedir S₂₅-S₁₀₀ ve S₅₀-S₁₂₅ ayrı gruplarda, S₇₅ ise farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.15). Konuya ilişkin varyans analiz tablosundan (Çizelge 4.3) görüldüğü gibi, gübre konuları arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemli bulunurken, *sulama düzeylerinin* ve *sulama düzeyi*×*gübre konuları* interaksiyonunun yağ oranı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

4.6.11. Dane Protein Oranı

Uygulamaların protein içeriğine etkisinin belirlenmesi amacıyla NIR cihazında yapılan ölçümlere ilişkin sonuçlar Çizelge 4.16’da verilmiştir. Çizelge 4.16’ya göre, gübre uygulama konuları arasında danedeki en yüksek protein değeri F₃-S₇₅ belirlenmiştir (% 37). F₀ ve F₂ konularında en yüksek değerler sırasıyla % 36.53 ve % 36.60 ile S₁₀₀ sulama düzeyinde gözlemlenmiştir. En düşük değerler F₂ ve F₃ konularında S₂₅ sulama düzeyinde sırasıyla % 35.77 ve % 35.83 olarak bulunmuştur. F₀

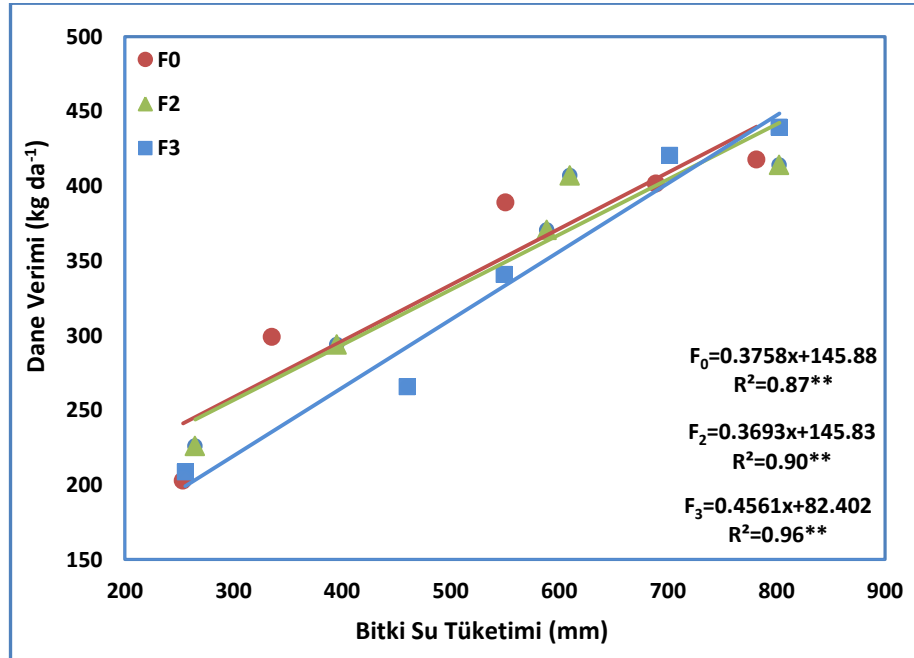
konusundaki en düşük değer % 35.53 ile S₅₀ sulama düzeyinde hesaplanmıştır. Danedeki protein oranına ilişkin yapılan istatistik sonuçlarında S₁₀₀ ve S₁₂₅ konularının bir grupta diğer sulama düzeylerinin ayrı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçları, tohumların protein içeriği üzerine gübre uygulamalarının ve sulama düzeylerinin etkili olduğunu ($p<0.01$) göstermiştir (izelge 4.3).

Çizelge 4.16. Dane protein oranına ilişkin ortalama değerler

Sulama Düzeyi	Dane Protein Oranı (%)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort
S ₂₅	35.63	35.77	35.83	35.74a
S ₅₀	35.53	35.87	36.70	36.03ab
S ₇₅	35.77	36.23	37.00	36.33bc
S ₁₀₀	36.53	36.60	36.67	36.60c
S ₁₂₅	36.27	36.50	36.50	36.42c
Ort	35.94	36.19	36.54	

4.7. Bitki Su Tknetimi-Verim İlişkileri



şekil 4.19. Dane verimi ile bitki su tknetimi arasındaki ilişkiler

Araştırmada incelenen F₀, F₂ ve F₃ konularına ait dane verimi-bitki su tüketimi ilişkileri Şekil 4.19'da verilmiştir. Regresyon analizleri bitki su tüketimindeki 1 birimlik artışın verimde F₀, F₂, F₃ konularında sırasıyla 0.38 kg da⁻¹ ($p<0.01$), 0.37 kg da⁻¹ ($p<0.01$) ve 0.46 kg da⁻¹ ($p<0.01$)'lik artışa neden olduğunu göstermektedir. Diğer verim parametreleri ile bitki su tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmamıştır.

4.8. Fizyolojik Parametreler

4.8.1. Stoma İletkenliği

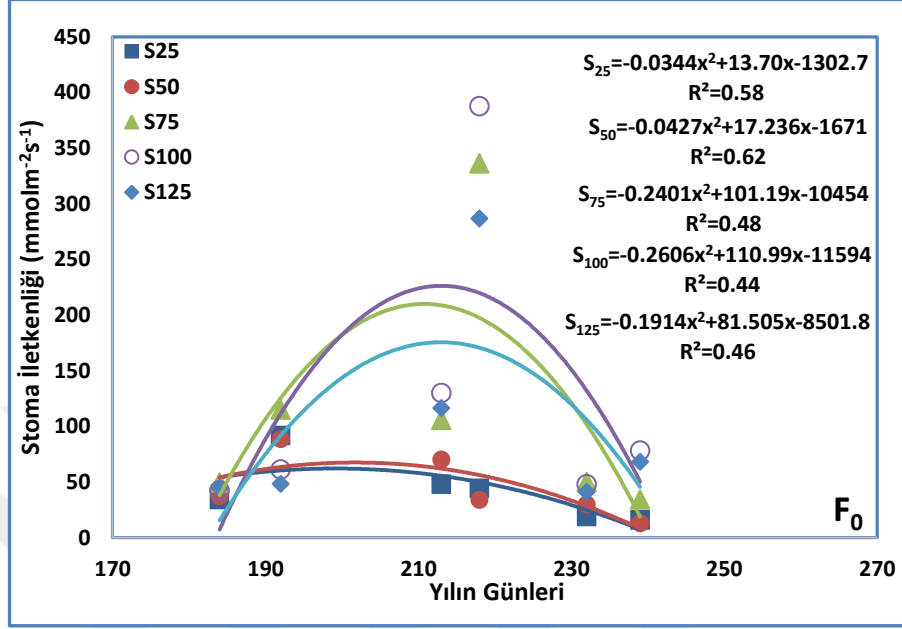
Denemede, farklı düzeylerde uygulanan su stresinin stoma iletkenliğine etkisini belirlemek amacıyla her sulama öncesinde tüm parsellerde önceden belirlenmiş bitkilerde ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde stoma iletkenliği değerleri hem sulama düzeylerine hemde gübre konularına bağlı olarak değişmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Stoma iletkenliği ortalama değerleri

Sulama Düzeyi	Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort
S ₂₅	42.02	32.04	23.79	32.61
S ₅₀	45.35	36.67	27.88	36.63
S ₇₅	115.04	81.92	63.97	86.97
S ₁₀₀	124.52	97.99	84.89	102.46
S ₁₂₅	100.79	122.51	131.03	118.11
Ort	85.54	74.23	66.31	

En yüksek stoma iletkenliği F₀ konusunda S₁₀₀ (124.52 mmol m⁻² s⁻¹) sulama düzeyinde F₂ ve F₃ konularında S₁₂₅ sulama düzeyinde (sırasıyla 122.51 ve 131.03 mmol m⁻² s⁻¹) ölçülmüştür. S₇₅ konusundaki stoma iletkenliğinin S₁₀₀'deki değere yakın olduğu görülmektedir. F₀, F₂ ve F₃ uygulamalarında sulama düzeyleri arasındaki en büyük artış S₅₀-S₇₅ uygulamaları arasında gerçekleşmiş ve artış miktarları sırasıyla % 155, % 125 ve % 133 olarak hesaplanmıştır. Gübre konularında en yüksek ortalama stoma iletkenliği değerleri, F₀ konusunda 85.54 mmol m⁻² s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. F₂

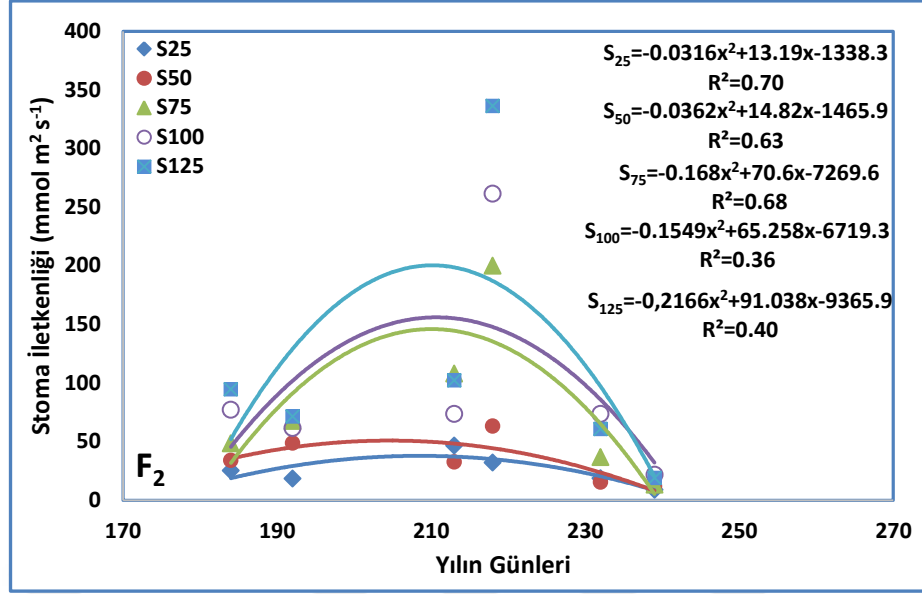
ve F₃ konularında söz konusu değerler sırasıyla 74.23 mmol m⁻² s⁻¹ ve 66.31 mmol m⁻² s⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.17).



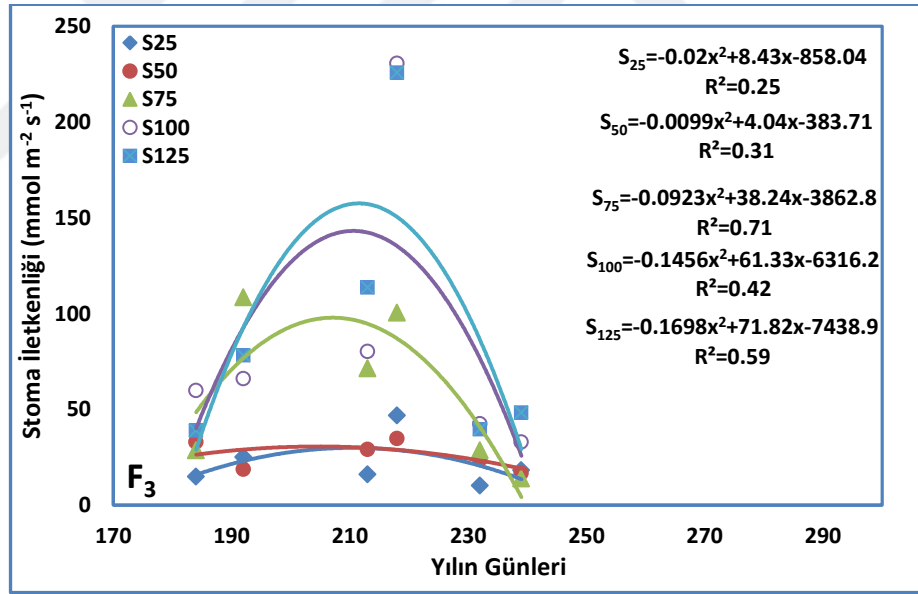
Şekil 4.20. Tanık konusuna ait stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı değişimi

Stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı regresyon analizine göre, en yüksek stoma iletkenlik değerleri F₀ konusunda 199. (R1 gelişme dönemi) ve 212. günler (R3 gelişme dönemi) arasında F₂ konusunda 204. ve 210. günler arasında, F₃ konusunda 204. ve 211. günler arasında ölçülmüştür. F₀-S₂₅ konusu dışında genellikle farklı gübre konularındaki sulama düzeylerinin aynı günlerde maksimum değerlere ulaştıkları belirlenmiştir. S₁₀₀ ve S₁₂₅ sulama düzeylerindeki stoma iletkenlikleri gübre konularının tümünde aynı tarihte maksimum değere ulaşmışlardır (211. gün) (Şekil 4.20-22).

Sulama suyu ve stoma iletkenliği arasında F₂ ve F₃ uygulamalarında doğrusal ($p < 0.01$) ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.23). Ancak F₀ konusunda söz konusu ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama suyundaki bir mm'lik artışa karşılık olarak stoma iletkenliğinin F₂ uygulamasında 0.16 mmol m⁻² s⁻¹, F₃ uygulamasında ise 0.18 mmol m⁻² s⁻¹ arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde bitki su tüketimi ile stoma iletkenliği arasında F₀ konusunda önemsiz, F₂ ve F₃ konularında önemli doğrusal ilişkiler saptanmıştır ($p < 0.01$), (Şekil 4.24).



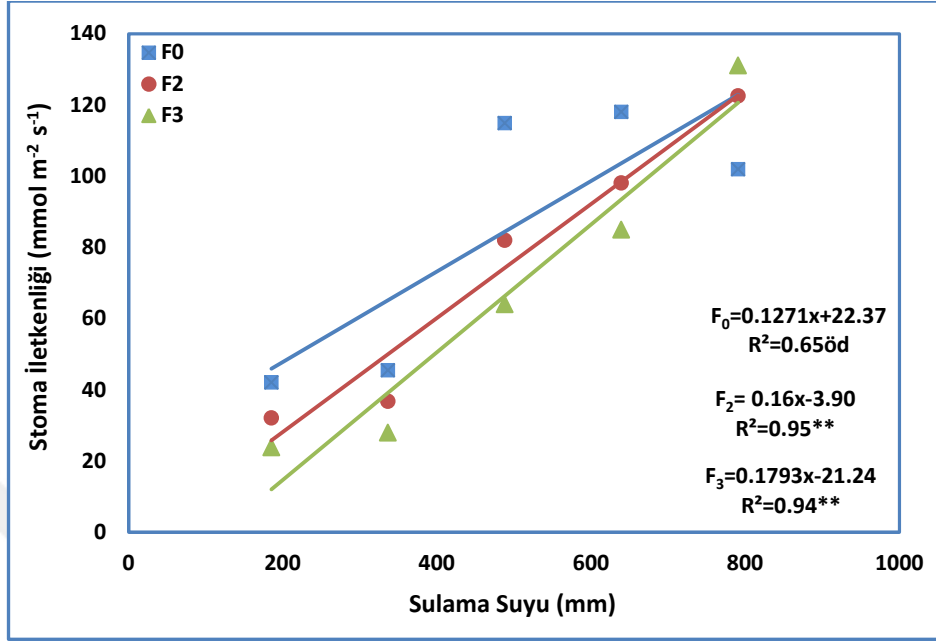
Şekil 4.21. F₂ konusuna ait stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı değişimi



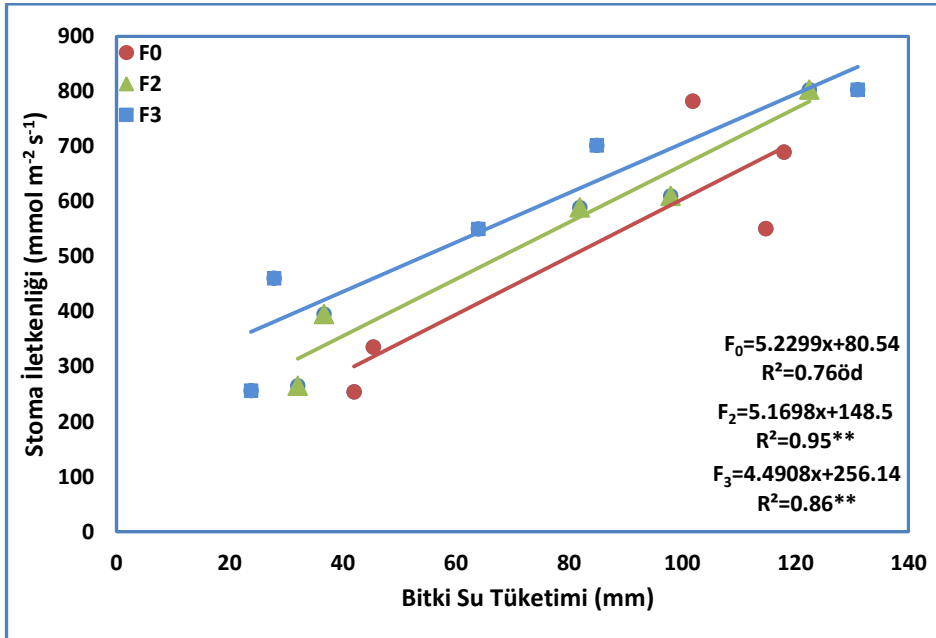
Şekil 4.22. F₃ konusuna ait stoma iletkenliği değerlerinin zamana bağlı değişimi

Stoma, yaprağa CO₂ girişi ve terleme yoluyla atmosfere su buharı çıkışı hareketlerini düzenleyen önemli bir yapıdır. Yaprak ile atmosfer arasında gaz alışverişini kontrol eden stoma, fotosentez etkinliğinde ve doku hidrasyonunun korunumu için gereklidir (Reynolds-Henne ve ark., 2010; Aasamaa Söber, 2011). Su

stresi, stoma iletkenliği, hücresel genişlemenin azalması, yaprak su potansiyeli ve hücresel turgor kaybıyla paralellik gösterir (Jaleel ve ark., 2009).



Şekil 4.23. Stoma iletkenliği ve sulama suyu arasındaki ilişki



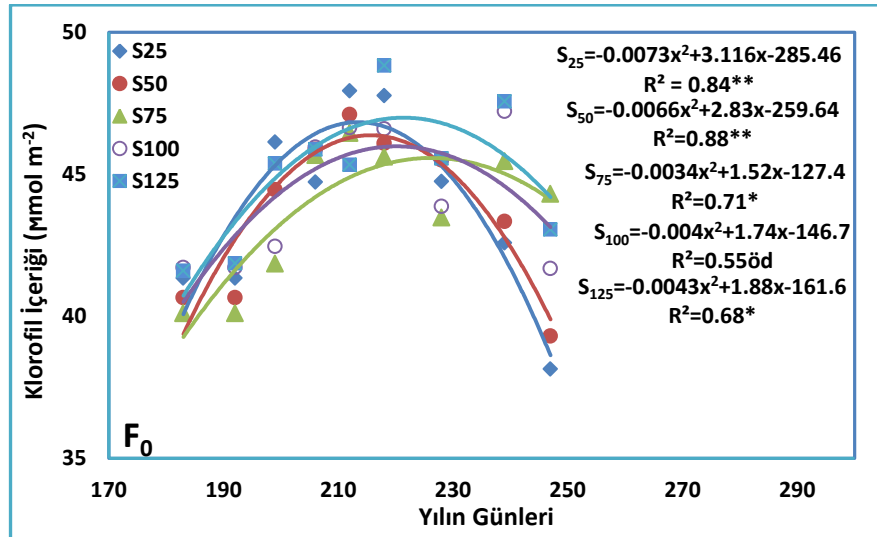
Şekil 4.24. Stoma iletkenliği ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler

4.8.2. Klorofil İçeriği

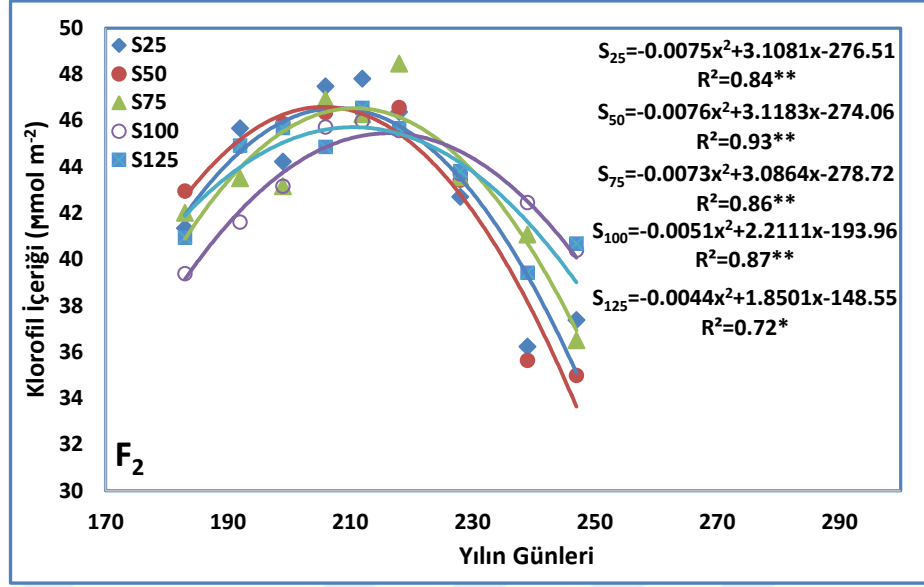
Çizelge 4.18. Klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler

Sulama Düzeyi	Klorofil İçeriği ($\mu\text{mol m}^{-2}$)			
	F ₀	F ₂	F ₃	Ort.
S ₂₅	43.86	43.24	42.63	43.24
S ₅₀	43.67	43.01	42.99	43.22
S ₇₅	43.68	43.49	43.88	43.68
S ₁₀₀	44.21	43.10	44.07	43.79
S ₁₂₅	45.01	43.61	43.21	43.94
Ort	43.89	43.29	43.36	

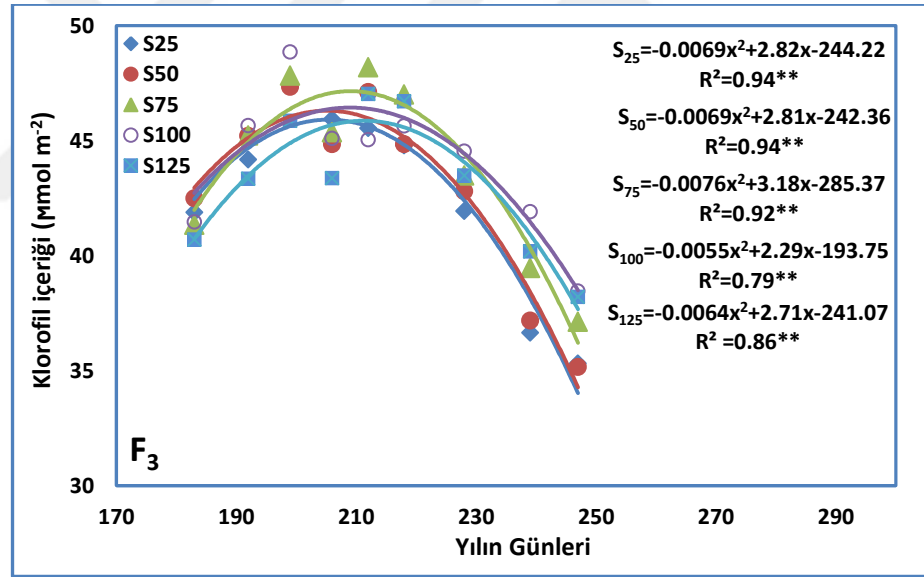
Denemede sulamalar öncesinde yapılan ölçümlerden su stresinin ve bölünmüş gübre uygulamalarının bitki klorofil içeriği üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.18’de verilmiştir. Genel olarak 42-44 $\mu\text{mol m}^{-2}$ aralığında ölçülen klorofil değerlerinin su stresinden etkilenmesi beklenirken tüm sulama düzeylerinde değerlerin yaklaşık olarak birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulamalarından elde edilen ortalama klorofil değerlerine bakıldığında, ihtiyaç duyulan toplam gübreyi bölerek uygulamanın klorofil içeriğini düşürdüğü ve F₀ uygulamasının ortalama klorofil içeriğinin daha yüksek belirlenmiştir (Çizelge 4.18).



Şekil 4.25. F₀ uygulamasına ilişkin klorofil içeriği değerlerinin günlere göre değişimi



Şekil 4.26. F₂ uygulamasına ilişkin klorofil içeriği değerlerinin günlere göre değişimi



Şekil 4.27. F₃ uygulamasına ilişkin klorofil içeriği değerlerinin günlere göre değişimi

Klorofil değerlerinin zamana bağlı regresyon analizlerine göre (Şekil 4.25–4.27), klorofil değerleri, F₀ uygulamasında S₇₅ sulama düzeyinde 224. gün (16.08.2013), F₂'de S₁₀₀ sulama düzeyinde 216. gün (06.08.2013) ve F₃ uygulamasında S₁₂₅ sulama düzeyinde 212. günde (31.07.2013) maksimum değere ulaşmıştır. F₀ uygulamasının maksimum değere ulaştığı tarih (16.08.2013) diğer iki gübre uygulamasına (F₂ ve F₃)

göre daha geç gerçekleşmiştir ve söz konusu tarih bitkinin kuraklık açısından kritik gelişme dönemlerinin sonuna denk gelmektedir. Bitkinin bu dönemlerde klorofil içeriği yüksek olmasından dolayı klorofil eksikliğinden kaynaklanan olumsuzlukları yaşamadığı söylenebilir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimde verimi sınırlandıran çok sayıda etmen bulunmaktadır. Bu etmenlerin bir kısmının fazlalığı (sıcaklık, aşırı rüzgar, güneşlenme şiddeti) bir kısmının ise eksikliği (yetersiz gübreleme ve yanlış gübre kullanımı ve kuraklık) verimi artırmada bitkiye uygun stratejileri geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Söz konusu etmenlerin farklı iklim bölgelerinde farklı düzeylerde meydana gelmesi planlamalarda çok sayıda değişkenin göz önüne alınması gerektiğini göstermektedir. Son yıllarda yaşanan küresel iklim değişikliği kuraklık ve kuraklığa bağlı diğer etmenler bitkisel üretimde önemli unsurlar haline getirmiştir. Su kıtlığı görülen alanlarda kısıtlı sulama stratejilerinin uygulanması önemsenmeyecek bir önlem olarak değerlendirilse de, eksik su uygulaması nedeniyle bitki besin elementlerinin faydalarının azalması dikkate alınması gereken bir sorundur. Ortaya çıkan bu sorun tarımsal üretimde kısıtlı su ve gübre uygulama yöntemlerinin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Yürütülen bu çalışmada soya bitkisinde farklı su kısıtı koşullarında ihtiyaç duyulan gübrenin bitki gelişme dönemlerinde bölünerek fertigasyon yoluyla uygulanmasının verim ve verim parametrelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Soya bitkisinin esas alınması insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Araştırmada elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara bağlı olarak belirlenen öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Et değerleri, uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak artmıştır. Tüm uygulamalarda en fazla su tüketimi S₁₂₅ sulama düzeylerinden elde edilmiştir. Bitki su tüketimindeki 1 birimlik artış verimde F₀, F₂, F₃ konularında sırasıyla 0.38 kg da⁻¹ ($p<0.05$) 0.37 kg da⁻¹ ($p<0.01$) ve 0.46 kg da⁻¹ ($p<0.01$)'lik artışa neden olmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, F₃ uygulamasından elde edilen verim değerlerinin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak F₃ uygulamasında verimi maksimize edilen sulama suyu miktarının 1567 mm olması sulama suyunun etkin ve tasarruflu kullanımı planlama açısından uygun değildir. Denemede uygulanan gübre programının istatistiksel olarak verim üzerinde etkili çıkmaması ve F₃ konusunda aşırı miktarda sulama suyu gereksiniminin hesaplanması, söz konusu programın (F₃ konusunun) uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Bu nedenle maksimum verim için 769

mm'lik suya gereksinim duyan F_0 programının daha uygulanabilir olduğu düşünölmektedir. Bu araştırmada söz konusu miktar S_{100} - S_{125} sulama aralığına denk gelmektedir. Bu durum, etkili kök derinliği 90 cm olarak alındığında elverişli kapasitenin tamamı düzeyinde sulama yapmanın daha iyi bir seçenek olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, her üç gübre uygulamasındaki verim, sulama suyu miktarı ve WUE dikkate alındığında F_0 - S_{75} uygulamasının diğer sulama düzeylerine göre su tasarrufu açısından daha iyi alternatif olduğu düşünölmüştür.

Tüm gübre konularında sulama suyu miktarı (mm) ile dane verimi (kg da^{-1}) arasında ikinci dereceden önemli ($p < 0.01$) ilişkiler saptanmıştır. Kuru madde miktarını maksimize eden sulama suyu miktarı F_0 uygulamasında 499.53 mm, F_3 uygulamasında 635.78 mm'dir. Bu değerlerin, S_{75} ve S_{100} sulama düzeylerine denk gelmektedir ve bu durumda hem maksimum kuru madde miktarına ulaşmak hem de su tasarrufu yapmanın mümkün olduğu açıkça görölmektedir. Ortalama olarak en yüksek kuru madde miktarı, $404.09 \text{ kg da}^{-1}$ ile F_2 - S_{75} uygulamasında gerçekleşmiştir.

Dane verimi, gövde nem içeriği, stoma iletkenliği ve bitki boyu parametrelerinde en düşük ortalama değerler tüm gübre uygulamalarında S_{25} sulama düzeyinde elde edilmiştir.

Bakla başına dane sayısının 3 adet olarak yoğunlaştığı ve istatistiksel olarak bakla başına tohum sayısına sulama düzeyleri % 1 düzeyinde etkili olurken; *gübre düzeyi-sulama düzeyi* interaksiyonu % 5 düzeyinde etkili olmuştur.

En yüksek 1000 dane ağırlığı F_2 ve F_3 konularında S_{125} sulama düzeyinden (sırasıyla 193.15 g ve 206.62 g), F_0 konusunda S_{100} sulama düzeyinden (177.54 g) elde edilmiştir. Gübre konuları arasında ortalama olarak en yüksek 1000 dane ağırlığı F_2 uygulamasından (167.19 g) elde edilmiştir.

Çiçek sayısının en yoğun olduğu dönemde (17.07.2013) yapılan ölçümlerde en yüksek çiçek sayısı F_0 'da S_{25} ($48.57 \text{ adet m}^{-2}$), F_2 'de S_{50} ($35.57 \text{ adet m}^{-2}$) ve F_3 'de S_{100} ($42.38 \text{ adet m}^{-2}$) sulama düzeylerinden elde edilmiştir. Gübre uygulamaları incelendiğinde, F_0 uygulamasının tüm sulama düzeylerinde su miktarı arttıkkça çiçek sayısı azalmıştır. Ancak F_2 ve F_3 uygulamalarında benzer bir kararlı durum belirlenememiştir. Genel olarak düşük su seviyelerinde çiçek sayısının yüksek çıkmasının esas nedeninin, çiçeklenme döneminde uygulanan su stresinin bitkide erken

çiçek açımına ve çiçek sayısında dönemsel artışa sebep olması olarak değerlendirilebilir.

Birinci biomas sonuçlarına göre, uygulamalar arasında en yüksek kuru madde değeri, 404.09 kg da⁻¹ ile F₂-S₇₅ uygulamasında gerçekleşmiştir.

Hasat döneminde yapılan ikinci örneklemede ise en yüksek kuru madde miktarı F₀'da S₅₀ sulama düzeyinde (406.67 kg da⁻¹), F₂'de ve F₃'de ise S₁₂₅ sulama düzeylerinde (sırasıyla 458.95 kg da⁻¹ ve 468.10 kg da⁻¹) gerçekleşmiştir.

İki örnekleme dönemi kıyaslandığında F₂-S₅₀ konusu dışında tüm uygulamalarda toplam kuru madde miktarı artmıştır. Sulama düzeyleri içerisinde en fazla artış F₂ konusunda S₁₂₅ sulama düzeyinde gerçekleşmiştir (% 86). Gübre konuları içerisinde ise F₀ konusunda % 16, F₂ konusunda % 8 ve F₃ konusunda % 13 oranında artış gözlemlenmiştir.

Çiçeklenme döneminde yaprak, gövde ve toplam kuru madde miktarları tüm sulama uygulamalarında S₇₅ sulama düzeyine kadar artmış ve S₁₀₀ ve S₁₂₅ uygulamalarında tekrar azalmıştır.

Yaprak ve gövde nem içerikleri, ortalama olarak sulama düzeyleri arttıkça S₁₀₀ konusuna kadar artmış S₁₂₅ konusunda ise az miktarda azalma eğilimi göstermiştir.

Bitki boyunun uygulamalara bağlı olarak 66.05 cm (F₃-S₂₅) ile 94.25 cm (F₃-S₁₂₅) arasında değiştiği ve sulama suyu arttıkça bitki boyunun arttığı görülmektedir. Tüm konularda en düşük bitki boyu S₂₅, en yüksek bitki boyu ise S₁₂₅ sulama düzeylerinde gözlemlenmiştir. Gübre uygulamaları arasında en yüksek bitki boyu, 85.18 cm değeri ile F₂ uygulamasında görülmektedir. Ayrıca bitki boyu ile sulama suyu arasında önemli regresyon ilişkisi belirlenmiştir ($p < 0.01$).

En yüksek stoma iletkenliği F₀ konusunda S₁₀₀ (124.52 mmol m⁻² s⁻¹) sulama düzeyinde F₂ ve F₃ konularında S₁₂₅ sulama düzeyinde (sırasıyla 122.51 ve 131.03 mmol m⁻² s⁻¹) ölçülmüştür. Gübre konularında en yüksek ortalama stoma iletkenliği değerleri, F₀ konusunda 85.54 mmol m⁻² s⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Hem sulama suyunun hemde bitki su tüketiminin stoma iletkenliği üzerine etkili olması nedeniyle stoma iletkenliği ile dane verimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yapılan regresyon analizinde Stoma iletkenliği-Dane verimi arasındaki doğrusal ilişkiler, F₀ ve F₃ konularında ($p < 0.05$), F₂ konusunda ($p < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

Genel olarak 42-44 $\mu\text{mol m}^{-2}$ aralığında ölçülen klorofil değerlerinin su stresinden etkilenmesi beklenirken tüm sulama düzeylerinde değerlerin yaklaşık olarak birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulamalarından elde edilen ortalama klorofil değerlerine bakıldığında, F_0 uygulamasının ortalama klorofil içeriğinin daha yüksek olduğu ve ihtiyaç duyulan toplam gübreyi bölerek uygulamanın klorofil içeriğini düşürdüğü görülmüştür.

Klorofil değerlerinin zamana bağlı regresyon analizlerine göre, F_0 uygulamasının maksimum değere ulaştığı tarih diğer iki gübre uygulamasına (F_2 ve F_3) göre daha geç gerçekleşmiştir ve söz konusu tarih bitkinin kuraklık açısından kritik gelişme dönemlerinin sonuna denk gelmektedir. Bitkinin bu dönemlerde klorofil içeriği yüksek olmasından dolayı klorofil eksikliğinden kaynaklanan olumsuzlukları yaşamadığı söylenebilir.

Sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişkilerin regresyon analizleri değerlendirildiğinde soya bitkisinin suya karşı son derece hassas olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulamalarındaki verim, sulama suyu ve su kullanım etkinliği değerleri dikkate alındığında, F_0 - S_{75} uygulamasının diğer uygulamalara göre su tasarrufu açısından daha iyi bir alternatif olduğu söylenebilir. Buna bağlı olarak tasarruf edilecek su miktarı, S_{75} sulama düzeyi esas alındığında tasarruf edilen sulama suyu miktarı S_{100} sulama düzeyine göre % 30 (151 mm), S_{125} sulama düzeyine göre % 60 (302 mm) düzeyindedir. Bu değerler 1 da alan dikkate alındığı 151 m^3 ile 300 m^3 arasında su tasarrufu veya sulanamayan 0.3 ile 0.6 dekarlık bir alanın sulanmasına olanak sağlayabilir. Toprak neminin gözlenmesi ile yapılan sulama programlamasında elverişli kapasitenin %25'i tüketildiğinde sulama yapmanın pratik olarak mümkün olduğunun bölge üreticilerine aktarılmasında fayda vardır.

KAYNAKÇA

- Aasamaa, K., Söber, A. (2011). Responses of stomatal conductance to simultaneous changes in two environmental factors. *Tree Physiology*. v. 31, p. 855-864.
- Ainer, N.G., Miseha, W.I., Abbas, F.A. ve Eid, H. M. (1999). A new concept of rationalization of irrigation. 3rd Conference of On-Farm Irrigation and Agroclimatolgy. Cairo, Egypt.
- Anonim, (2013), **Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB)**. ISBN:978-605-137-388-1 Yayın No:2014/230
- Anonim, (2014), TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2013 Yılı Yağış Değerlendirmesi Şubat 2014-Ankara <http://www.mgm.gov.Tr/Files/Arastirma/Yagis-Degerlendirme/2013-Yagis-Degerlendirme/2013-Yagis-Degerlendirmesi.Pdf>
- Anonim, (2017a), http://www.ntv.com.tr/turkiye/iklim-degisikliginin-turkiyeye-etkisi,bhDi358_wkWO0qG85deL2A ,13 Nisan 2017, 14:45
- Anonim,2017b,<http://www.progenseed.com/tr-tr/Firmam%C4%B1z/%C3%9Cr%C3%BCnler/SoyaTohumu/UrunSoya/ArtMID/3797/ArticleID/168>. 05.06.2017 Saat 20:31.
- Apel, K, Hirt H. (2004). Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Ann Rev Plant Bio*, v. 55, p. 373-399.
- Arıoğlu, H., (2007). Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, **Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları** Yayın No: A-70, Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 204 s.
- Ashley, D. A., ve Ethridge W. J. (1978). Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybean cultivars. *Agronomy J.* 70 (3): 467-471.
- Baharsyah, Y., Suardi JD., Las I., (1985) The relation between climate and soybean growth. Bogor University and the research institute for food crops. The research center and development of food crops, **Bogor**, pp 87–101
- Bek, Y. ve Efe, E., (1988). Araştırma ve Deneme Medotları I. **Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı**: No:71, 395 S.
- Benli, B., (2002). Fertigasyon Yöntemi İle Dolmalık Biberin Su-Azot İlişkilerinin Saptanması. **Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 93 sayfa.
- Boerma, H.R., Hussey, R.S., Phillips, D.V., Wood, E.D., Rowan, G.B., Finnerty, S.L., (1997). Registration of ‘Benning’ Soybean. *Crop Sci.* 37, 1982.
- Boman, B., Obreza, T., (2008). Fertigation Nutrient Sources and Application Considerations for Citrus. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CH/CH18500.pdf>
- Bouyoucos, G. J., (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43:435-438.
- Burt, C.M., O’Connor K. ve Ruehr, T., (1995). Fertigation. Irrigation Training and Research Center. *California Polytechnic State Univ., San Luis Obispo*, CA 93407 ISBN 0-9643634-1-0. Pp: 295.
- Burt, C., O’Connor, K., Ruehr, T. (1998). Fertigation. **The Irrigation Training & Research Center**. ISBN: 0- 9643634-1-0. 320 s.
- Bussi, C., Huguët, J.G., ve Defranc E. H., (1991). Fertilization Scheduling in Peach Orchard under Trickle Irrigation. *J. Hortic. Sci.* 66, 487–493.

- Bustomi R., RA, Afandi, Senge M, Ito K., Adomako JT. (2005). Critical water content and water stress coefficient of soybean (*Glycine Max* [L.] Merr.) under deficit irrigation. **J. Int Soc Paddy Water Environ Eng.** 3(4):219–223
- Candoğan, B.N., (2009). Soya fasulyesinin su-verim ilişkileri. **Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.**
- Carter J. L., ve Hortwing, E. E.,(1963). The management of soybean. p.161-226. **In A.J. Norman (ed.). The soybean Academic Press, New York.**
- Catuchi, T. A., Guidorizzi, F. V. C., Guidorizzi, K. A., Barbosa, A. M. ve Souza, G. M. (2012). Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesq. agropec. bras.**, v. 47, n. 4, p. 519-527.
- Catuchi, T. A., Vítolo, H. F., Bertolli, S. S. ve Souza, G. M. (2011). Tolerance to water deficiency between two soybean cultivars: transgenic *versus* conventional. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 31, n. 3, p. 373-378.
- Confalone, A. ve Navarro Dujmovich, M. (1999). Influência do “déficit” hídrico sobre a eficiência da radiação solar em soja. **Rev. Bras. de Agrociência**, v. 5, n. 3, p. 195-198.
- Coskan, A. ve Dogan, K., (2011). Symbiotic Nitrogen Fixation in Soybean. Soybean Physiology and Biochemistry, Hany a. El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-307-534-1, Intech, Available from: <https://www.intechopen.com/books/soybean-physiology-and-biochemistry/symbiotic-nitrogen-fixation-in-soybean>
- Çetin, Ö. ve Tolay, D., (2009). Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme), Hasad Yayıncılık.
- Çırak, C. (2005). Soyada Bitki Gelişim Dönemleri. **OMÜ Zir. Fak. Dergisi**, 57-65.
- Dechen, A. R. ve Nachtigall, G. R. (2006). Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: Fernandes, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. SBCS, p. 01-06.
- Demir, İ., Kılıç, G. ve Coşkun, M. (2008). Climate predictions for Turkey using PRECIS Regional Climate Model: Scenario HaDAMP3 SRES A2. **In: Proceedings of the International Fourth Symposium on Atmospheric Sciences**, 25–28 March 2008: İstanbul.
- Desclaux, D., Huynh, T. ve Roumet, P. (2000). Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. **Crop Science**. v. 40, p. 716-722.
- Divrak, B. B. D. ve İş, G., (2010). Türkiye'nin yarınları projesi sonuç raporu. S. 32.
- Doğan E., Kirnak H. ve Copur O. (2007). Deficit irrigations during soybean reproductive stages and Cropgro-soybean simulations under semi-arid climatic conditions **Elsevier**. s. 154-159.
- Doğan K., Gök M. ve Coşkan A., (2007). Bakteriyel Aşılama ile Demir Uygulamalarının 2. Ürün Yerfıstığı Bitkisinde Nodülasyon ve Azot Fiksasyonuna Etkisi. **ÇÜ.Z.F. Dergisi**, 22 (3): 43-52
- Doorenbos, J., ve Kassam, A.H., (1979). Yield Response To Water. **FAO**, 33. Rome.
- Doss, B. D. ve Thulow, D. L. (1974). Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65. p. 620-623.
- Eck, H. V., Mathers, A. C. ve Musick, J. T. (1987). Plant water stress at various growth stages and growth and yield of soybeans. **Field Crops Res.**, v. 17, pp. 1-16.
- English, Musick, J.T., Murty, V.V.N., (1990). Deficit irrigation. In: G.J. Hoffman, T.A. Howell. and K.H. Solomon (eds.) Management of Farm Irrigation Systems. **ASAE**, St. Joseph, MI, pp. 631-663.

- Eyüpoğlu, F., (2002). Türkiye Gübre Gereksinimi Tüketimi ve Geleceği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. **Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü İşletme Müdürlüğü Yayınları**. Teknik Yayın No: T-2. Genel Yayın No:2. Ankara.
- FAO, (1996). Irrigation Scheduling from Theory to Practice. Water Reports 8. **FAO D**, Rome, pp 384-420.
- Farias, J. R. B, Nepomuceno, A. L. ve Neumaier, N. (2007). *Ecofisiologia da soja*. Londrina: **Embrapa-CNPSO**, 9 p. (Embrapa-CNPSO. Circular técnica, 48).
- Fehr, W. R., ve Caviness, C. E. (1977). Stages of soybean development. **Iowa Agric. Home Econ. Exp. Stn.**, Iowa Coop. Ext. Serv. Spec. Rep. 80.
- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burwood, D. T., Pennington, J. S., (1971). Stage development descriptions for soybeans, *Glycine max(L.) Merr.* **Crop Sci.** 11:929-931.
- Fereres, E., Goldhamer, D.A., Parsons, L.R.,. (2003). Irrigation Water Management of Horticultural Crops. Historical Review Compiled for The American Society of Horticultural Science's 100th Anniversary. **HortScience**, 38, 1036–1042.
- Flexas, J., Barón, M., Bota, J., Ducruet, J., Gallé, A., Galmés, J., Jiménez, M., Pou, A., Ribas-Carbó, M., Sajnani, C., Tomás, M., Medrano, H. (2009). Photosynthesis limitations during water stress acclimation and recovery in the drought-adapted *Vitis* hybrid Richter-110 (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). **Journal of Experimental Botany**. v. 60, p. 2362-2377.
- Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G. ve Sharkey, T. D. (2004). Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, p. 269-279.
- Frank, D.G., Harwood, J.L., Padley, F.B., 1986. **The Lipid Hand Book** 1: 74-76
- Gamo, M., (1999). Classification of arid regions by climate and vegetation. **J. Arid and Land Stud.**, 1: 9-17.
- Garcia, A. ve diğerleri. (2010). Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA. **Elsevier**. s. 981-987.
- Garrity, P. D., Watts D. G., Sullivan C. Y. and Gilley J. R., (1982). Moisture deficits and grain sorghum performance. Evapotranspiration yield relationships. **Agron. J.**, 74: 815- 820.
- Gaskell, M., (2004). Acid Injection in Irrigation Water Improving pH Adjustment for Blueberries. <http://www.sbceo.k12.ca.us/uccesb1/sf1002.htm>
- Geerts S. ve Raes D.(2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. **Elsevier**. s. 1275–1284.
- Gerten, D. ve Rost, S. (2010). Development and Climate Change: Climate change impacts on agricultural water stress and impact mitigation potential. **Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)**, Germany, 8p.
- Girona, J.M., Mata, D.A., Goldhamer, R.S., Johnson, T.M. (1993). Dejong, Patterns of Soil and Tree Water Status and Leaf Functioning during Regulated Deficit Irrigation Scheduling in Peach, **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 118(5):580-586.
- Goldhamer, D.A., Salinas, M., Crisosto, C., Day, Soler K.R., Moriano. M, ,(2002). Effects of Regulated Deficit Irrigation and Partial Root Zone Drying on Late Harvest Peach Tree Performance . **Acta Hort.** 592(1):343-350.
- Gonzalez-Meza, A., Ramirez-Jaramillo, G., Perez-Miranda, L.A., ve Hernandez-Leos, B.A., (1998). Fertigation to Increase Corn Yield The Henequez Zone in Yucatan, Mexico. **Proceedings of The Irrigation Asociation's 19th Annual**, November 1-3, San Diego, California, USA, 237-243.

- Gregory, P.J., Simmonds, L.P., Pilbeam, C.J., (2000). Soil type, climatic regime, and the response of water use efficiency to crop management. **Agron. J.** 92, 814–820.
- Güngör, Y. ve Yıldırım O. (1989). Tarla Sulama Sistemleri. **A.Ü. Ziraat Fakültesi:1155, Ders Kitabı:** 325, s.1-371, Ankara
- Hall, R. C. ve Twidwell E. K., (2002). Effects of Drought Stress on Soybean Production. **SDSU Extension Extra Archives.** 254. http://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/254/
- Harper, J. E., ve Hageman, R. H. (1972). Canopy and seasonal profiles of nitrate reductase in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Plant Physiol.** 62:662-664.
- Hergert, G. W., Klocke N. L., Petersen J. L., Nordquist P. T., Clark R. T., ve Wicks G. A. (1993). Cropping systems for stretching limited irrigation supplies. **J. Production Agric.** 6(4): 520-528.
- Herman, J. C., (1992). How a soybean plant develops?. **Lowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service Special report**, no:53, USA.
- Herpich, R. L., (1963). Irrigating soybeans. **Kansas State Univ. Agric. Ext. Land Reclamation 12.**
- Hoogenboom, G., Peterson, C. M., Huck, M. G. (1987). Shoot growth rate of soybean as affected by drought stress. **Agron. J.**, v. 79, pp. 598-607.
- Hoogenboom, G., Huck, M.G., Peterson, C.M., (1987b). Root growth rate of soybean as affected by drought stress. **Agron. J.** 79, 607–614.
- Howell, T.A., (2001). Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. **Agron. J.** 93, 281–289.
- Irmak A. ve diğerleri. (2014).-Relationship Between Plant Available Soil Water and Yield for Explaining Soybean Yield Variability. **ASABE.**- s. 471-482.
- İşler, N., (1992). GAP Bölgesinde Soya Yetiştiriciliğinde Olabilecek Sorunlar ve Çözüm Yolları. **Güney Doğu Anadolu Bölgesinde İkinci Ürün Tarımı ve Sorunları Sempozyumu.** 26-28 Ekim, 1992.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. **International journal of agriculture & biology.** v. 11, p. 100-105.
- Janat M. ve Kurdali F. (2005). Assessment of biofertilization of soybean using ¹⁵N isotopic dilution technique. **Applied Life Sciences.**- s. 79.
- Jensen M.E. (1980). Design and Operation of Farm Irrigation Systems. **Monograph 3.**
- Jin, M.G., Zhang, R.Q., Gao, Y.F., (1999). Temporal and spatial soil water management: A case study in the Heilonggang region, PR China. **Agric. Water Manage.** 42, 173–187.
- Kang, S.Z., Zhang, L., Liang, Y.L., Hu, X.T., Cai, H.J., Gu, B.J., (2002). Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. **Agric. Water Manage.** 55, 203–216.
- Karaca, G. ve Selenay, F. (2001). Harran Ovasında Karık ve Damla Sulama Sistemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. **Tarım Bilimleri Dergisi.**- s. 166-176.
- Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O., ve Roupheal, Y. (2004). Evapotranspiration and Seed Yield of Field Grown Soybean Under Deficit Irrigation Conditions. **ELSEVIER**, 226-244.

- Kırda, C., (2000). Deficit Irrigation Scheduling Based on Plant Growth Stages Showing Water Stress Tolerance **FAO** 20.
- Kırda, C., Baytorun, N., Derici, R., Daşgan, Y., Tanrıverdi Ç., Gümüş Z. (2003). Nitrogen Fertiliser Recovery and Yield Response of Greenhouse Grown and Fertigated Tomato to Root-Zone Soil Water Tension, *Turk. J. Agric. For.*, 27:323-328,.
- Kırda, C., Moutonnet P, Hera C, Nielsen DR (1999) Crop yield response to deficit irrigation. **Kluwer, Dordrecht**, The Netherlands, pp 21–38
- Kırda, C., Kanber, R., Tülücü, K., Güngör, H., (1999). Yield response of cotton, maize, soybean, sugar beet, sunflower and wheat to deficit irrigation. In: Kırda, C., Moutonnet, P., Hera, C., Nielsen, D.R. (Eds.), **Crop Yield Response to Deficit irrigation. Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht, Boston, London, pp. 21–38.
- King, C. A. ve Purcell, L. C. (2001). Soybean Nodule Size and Relationship to Nitrogen Fixation Response to Water Deficit. *Crop Science*, v. 41, p. 1099 - 1107.
- Korte L. ve diğerleri (1982). Irrigation of Soybean Genotypes During Reproductive Ontogeny II. Yield Component Responses [Dergi]// **ACSESS**. s. 528-533.
- Kron, A. P., Souza, G. M. ve Ribeiro, R. V. (2008). Water deficiency at different developmental stages of *Glycine max* can improve drought tolerance. *Bragantia*, v. 67, n. 1, p. 43-49.
- Kumar, A., Li, C., Portis A. R. Jr. (2009). Arabidopsis thaliana expressing a thermostable chimeric Rubisco activase exhibits enhanced growth and higher rates of photosynthesis at moderately high temperatures. *Photosynth Res.* v. 100, p. 143-153.
- Kumudini, S. (2010). Soybean Growth & Development. In: B Singh, (Ed.). *The Soybean: Botany, Production and Uses*. **CAB International, Oxfordshire, UK**, p. 48–73.
- Lei W., Zhang T. ve Ding S., (2006). Effect of drought and rewatering on photosynthetic physioecological characteristics of soybean [Dergi].- **China: Online English edition of the Chinese language journal**,- 7: Cilt 26.
- Li D. ve diğerleri. 2013. Effects of elevated CO₂ on the growth, seed yield, and water use efficiency of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought stress [Dergi]// **ELSEVIER**.-- s. 105-112.
- Li, H. ve Burton, J. W. (2002). Selecting Increased Seed Density To Increase Indirectly Soybean Seed Protein Concentration. *Crop Sci.* 42: 393-398.
- Li-Juan, Q. ve Ru-Zhen, C. (2010). The Origin and History of Soybean. In: B Singh, (Ed.). *The Soybean: Botany, Production and Uses*. **CAB International, Oxfordshire, UK**, p. 01–23.
- Lisar, S. Y. S., Motafakkerazad, R., Hossain, M. M. ve Rahman, I. M. M. (2012). Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses. **In:Rahman, I. M. M. & Hasegawa, H. Water Stress, InTech, Croatia**, p. 01-14.
- Malik, R.S., Kumar, K., ve Bhandari, A.R., (1994). Effect of Urea Application Through Drip Irrigation System on Nitrate Distribution in Loamy Sand Soils and Pea Yield. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 42 (1), 6-10. 508-509.
- Mitchell, P.D., Van Den Ende, B., Jerie, P.H., Chalmers, D.J., (1989). Response of "Bartlett" Pear to Withholding Irrigation, Regulated Deficit Irrigation, and Tree Spacing. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114: 15-19.
- Mott, K A., Buckley, T. N. (1998). Stomatal heterogeneity. *Journal of Experimental Botany*. v. 49, p. 407-417.

- Muchow, R. C., Sinclair, T. R., Bennett, J. M. ve Hammond, L. C. (1986). Response of leaf growth, leaf nitrogen, and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field-grown soybean. *Crop Sci.*, v. 26, pp. 1190–1195.
- Nepomuceno, A. L., Neumaier, N., Farias, J. R. B., Oya, T. (2001). Tolerância à seca em plantas. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*. v. 23, p. 12-18.
- Neumaier, N., Nepomuceno, A. L., Farias, J. R. B. (2000). Estresses de ordem ecofisiológica. **In: Bonato, E. R. (ed.). Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 254p.
- Neyshabouri, M.R., Hatfield, J.L., (1986). Soil-water deficits effects on semideterminate and indeterminate soybean growth and yield. **Field Crops Res.** 15, 73–84.
- Nogueira, S. S. S. ve Nagai, V. (1988). Deficiência hídrica simulada nos diferentes nos diferentes estádios de desenvolvimento de uma cultura precoce de soja. *Bragantia*. v. 47, n. 1, p. 9-14.
- Oktem, A., Simsek, M. Oktem, A.G. (2003). Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata sturt*) with drip irrigation system in a semi–arid region I. Water–yield relationship. **Agric. Water Manage.** 61: 63–74.
- Ouda, S. E.-F., Elenin, R. A., Shreif, M. A., Benli, B., ve Qadir, M. (2008). Prediction of Soybean Yield and Water Productivity under Deficit Irrigation Using Yield-Stress Model . **International Journal of Natural And Engineering Sciences** , 05-12.
- Papadopoulos, I. (1993). Agricultural And Environmental Aspects Of Fertigation-Chemigation In Protected Agriculture Under Mediterranean And Arid Climates. **In Environmentally Sound Water Management Of Protected Agriculture Under Mediterranean Arid Climates**. P 10.1-10.33.
- Papadopoulos, I. (1985) Constant Feeding of Field-Grown Tomatoes Irrigated With Sulphate Water. **Plant And Soil** 88, 231-236.
- Papadopoulos, I., (2005). Fertigation-Chemigation in Protected Agriculture. **Chairs Options Mediterraneennes** vol.31, Cypus
- Payero J.O., Melvin S.R. ve Irmak S. (2005). Response of Soybean to Deficit Irrigation in the Semi-Arid Environment of West-Central Nebraska [Dergi]// **ASAE**. s. 2189-2203.
- Pereira L. S., Theib O. ve Abdelaziz Z. (2002). Irrigation management under water scarcity. **Elsevier**. s. 175-206.
- Purcell, L. C, Serraj, R., Sinclair, T. R., De, A. (2004). Soybean N₂ Fixation Estimates, Ureide Concentration, and Yield Responses to Drought. *Crop Science*, v. 44, p. 484-492.
- Purcell, L. C., King, C. A., Ball, R. A. (2000). Soybean Cultivar Differences in Ureides and the Relationship to Drought Tolerant Nitrogen Fixation and Manganese Nutrition. *Crop Science*, v. 40, v. 1062 - 1070.
- Ramseur, E. L., Quisenberry, V. L., Wallace, S. U., Palmer, J. H., (1984). Yield end yield components of ‘Braxton’ soybeans as influenced by irrigation and intrarow spacing. *Agron. J.* 76:442-446.
- Raviv, M., and Blom, J., (2001). The Effect of Water Availability and Quality on Photosynthesis and Productivity of Soilless Grown Cut Roses. **Sci. Hort.** 88, 257–276.
- Reicosky, D. C. ve Heatherly, L. G. (1990). Soybean In: Irrigation of Agricultural Crops Stewart, B. A. ve Nielsen, D. R.- ABD: **American Society of Agronomy**.

- Reynolds-Henne, C. E., Langenegger, A., Mani, J., Schenk, N., Zumsteg, A., Feller, U. (2010). Interactions between temperature, drought and stomatal opening in legumes. *Environmental and Experimental Botany*. v. 68, p. 34-43.
- Rosadi, R., Afandi, Senge, M., Ito, K., ve Adomako, J. (2007). The Effect of Water Stress in Regulated Deficit Irrigation on Soybean Yield (Glycine Max [L.] Merr.). **Paddy and Water Environment**, s. 163-169.
- Rosolem, C. A. (2005). Papel do Brasil no combate a fome no mundo. In: Suzuki, S., Yuyama, M. M. & Camacho, S. A. *Boletim de pesquisa da soja*. Fundação MT, Mato Grosso, Brazil, n. 09, p. 95-102.
- Salvagiotti, F., Weiss, A., Dobermann, A., Walters, D. T., Cassman, K. G., and Specht, J. E. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. **Field Crops Res.** 108:1-13.
- Santos, R. F., Carlesso, R. (1988) Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 287-294.
- Sarimehmetoğlu O. (2006). Çukurova Bölgesi Çiftçi Koşullarında Yetiştirilen Soya Ürünüde Bazı Önemli Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. **Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**
- Schneekloth, J. P., Klocke, N. L., Hergert G. W., , Martin, D. L., ve Clark, R. T., 1991. Crop Rotations With Full And Limited Irrigation And Dryland Management. *Trans. ASAE* 34(6): 2372-2380.
- Scott, H.D., Ferguson, J.A., Wood, S., (1987). Water use, yield, and dry matter accumulation by determinate soybean grown in a humid region. **Agron. J.** 79, 870–875.
- Shibles, R. M., (1998). Soybean nitrogen acquisition and utilization. Pages 5-11 in: **Proc. of the North Central Ext.-Industry Soil Fertility Conf.**, 28th, St. Louis, MO. 11-12 Nov. 1998. Potash & Phosphate Inst., Brookings, SD.
- Shou, H. X., Zhu, D. H., Zhu, S. L., (1991). A preliminary study of the response of 8 soybean cultivars to drought and drought resistance indices. **Zhejiang-Nongye-Kexue**. 6: 278-281.
- Singandhupe, R.B., Rao, G.G.S.N., Patil, N.G., Brahmanand, P.S., (2003). Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation systems in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). *Europ. J. Agronomy*, 19, p327-340.
- Singh, G. ve Shivakumar, B. G. (2010) The role of soybean in agriculture. In: B Singh, (Ed.). *The Soybean: Botany, Production and Uses*. **CAB International, Oxfordshire, UK**, pp. 24–47.
- Sionit, N., ve P. J. Kramer. (1977). Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy J.** 69(2): 274-278.
- Slipcevic, V., Dragojevic, V., Balint, I., Momirovic L., (1992). Dynamics of the accumulation of macro elements- phosphorus, potassium, calcium and magnesium- during development to maturity of soybean seed. **Plant-Physiology**. 98: 1128-1132.
- Smiciklas, R. G., Carrillo, S. P., Agudelo, D. O., (1989). Evaluation of soybean cultivars with different growth habits according to irrigation level. **ActaAgronomical Universited-National -de- Colombia**, 38:7-22.
- Souza G. M. ve diğerleri (2013). Soybean Under Water Deficit: Physiological and Yield Responses. licensee InTech.
- Suyker Andrew E. ve Verma Shashi B. (2009). Evapotranspiration of irrigated and rainfed maize–soybean cropping systems. Lincoln: **Elsevier**,- 3: Cilt 149.

- Şen, E. ve Başaran, N. (2007) Küresel Isınma Sürecinde Konya Ovasının Bazı İklim Verilerinde Meydana Gelen Değişmeler ve Eğilimler. **Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı**, Konya.
- Şimşek, M., Boydak, E., Gerçek, S., ve Kırnak, H. (2001). Harran Ovası Koşullarında Farklı Sulama ve Sıra Aralıklarında Yağmurlama-Damla Sulama Yöntemleriyle Sulanan Soya Fasulyesinin Su Verim İlişkisinin Saptanması. **Tarım Bilimleri Dergisi**, s. 88-93
- Tanriverdi Ç. Ve Degirmenci H., (2015). Assesment of irrigation schemes in Turkey: cropping intensity, irriigation intensity and water use. International conference on Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, Topentag, 16-18 September, Berlin, Germany.
- Tariq JA, Khan MJ, Usman K., (2003) İrrigation Scheduling of Maize Crop by Pan Evaporation Method. **Pakistan Journal of Water Resources** 7(2), 29-35.
- Tezcan, L., Ekmekçi, M., Atilla, Ö., Gürkan, D., Yalçınkaya, O., Otgonbayar, N., Saylu, M.E., Donma, S., Yılmaz, D., Akyatan, A., Pelen, N., Topaloğlu, F., İrvem, A., (2007). Seyhan nehri havzasında tarım güvenliği için su kaynakları sistemlerinin iklim değişikliğine karşı duyarlılıklarının araştırılması. **ICCAP Projesi Türk Grubu Sonuç Raporları**, Kyoto, s. 1-24
- Tuğay E.ve Atıkyılmaz N. (2009). Ege Bölgesinde Ana Ürün Koşullarında Bazı Soya Genotiplerinin Verim, Verim Ögeleri ve Nitelikleri Üzerinde Bir Araştırma Anadolu, **J. of AARI**.- s. 34-46.
- Tüik, 2013. Türkiye istatistik kurumu www.tuik.gov.tr
- USDA, 2015. Oil Crops Yearbook, <http://www.ers.usda.gov>
- USSL, (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and alkali soils, **Agriculture Handbook** No: 60
- Wang, D. ve Shannon, M.C. (1999) .Emergence and seedling growth of soybean cultivars and maturity groups **Plant and Soil**. s. 117-124.
- Waraich, E. A., Ahmad, R., Saifullah., Ashraf, M. Y., ve Ehsanullah. (2011). Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 6, p. 764-778.
- Wilcox, J. R. ve Shilbes R. M.. (2001). Interrelationships Among Seed Quality Attributes in Soybean. **Crop Sci**. 41:11-14.
- Wortmann, C. S., Shapiro, C. A., Ferguson, R. ve Mainz, M. (2012). Irrigated soybean can have a small response to nitrogen applied during early reproductive growth. Online. **Crop Management** doi:10.1094/CM-2012-0126-01-RS.
- Yan Jiang ve diğerleri (2015). Nitrogen accumulation and distribution in soybean under fertigation [www.cnki.com.cn. - 29 Aralık 2015. - http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZGYW201204016.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZGYW201204016.htm).
- Yao Fu ve Zhong-Xue Zhang Çin Ulusal Bilgi Altyapısı [www.cnki.com.cn.- 30 Aralık 2015.- http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GGPS200903037.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GGPS200903037.htm).
- Yılmaz A. H. (1999). Kahramanmaraş Ekolojisinde Farklı Ekim Sıklıklarının, İki Soya (Glycine max (L.) Merrill) Çesitinde, Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi Tr. **J. of Agriculture and Forestry**. s. 223-232.
- Yıldırım, O. (2003). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı**: 495, Yayın No: 1542, Ankara, 348 s.
- Zhao, Z. W., Ma, J. F., Zi, X. H., (1994). Dry matter accumulation and absorption and partition of N, P an K at different development stages in Southern spring Soybeans. **Soybean Science**. 13: 53-60.

Zwart, S. J., ve Bastiaanssen, W. G. M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. *Agric. Water Management* 69(2): 115-133.



ÖZGEMİŞ

1989 yılında Hatay Dörtyol'da doğdu. Orta öğrenimini Kuzuculu İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Kuzuculu Kazım Karabekir Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Programına başladı ve 2012 yılında MKÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden mezun oldu ve aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

