



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

**HATAY KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN BAKTERİ AŞILI VE AŞISIZ  
SOYANIN SU-VERİM İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Zeynep KARAKAYA**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY  
OCAK-2015**



T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HATAY KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN BAKTERİ AŞILI VE AŞISIZ  
SOYANIN SU-VERİM İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Zeynep KARAKAYA**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY  
OCAK-2015**

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

**HATAY KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN BAKTERİ AŞILI VE AŞISIZ**  
**SOYANIN SU-VERİM İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Zeynep KARAKAYA**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Doç. Dr. Berkant ÖDEMİŞ** danışmanlığında hazırlanan bu tez **28/01/2015** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Berkant ÖDEMİŞ  
Başkan

Prof. Dr. Necmi İŞLER  
Üye

Doç Dr. Sefer BOZKURT  
Üye

**Kod No: 812**

**Doç. Dr. Okan ŞENER**  
**Enstitü Müdürü**

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.  
Proje No: 10123

**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.**



28/01/2015

## **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.

**Zeynep KARAKAYA**

## ÖZET

### HATAY KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN BAKTERİ AŞILI VE AŞISIZ SOYANIN SU VERİM İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Araştırma, Doğu Akdeniz iklim koşullarında, soya bitkisinin (Bravo çeşidi) verim (dane verimi), verim parametreleri (1000 dane ağırlığı, kuru madde miktarı), vegetatif (bitki boyu, yaprak alan indeksi) ve fizyolojik özelliklerinin (stoma iletkenliği, klorofil içeriği) farklı su düzeylerine tepkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Denemede 5 farklı sulama düzeyi (elverişli kapasitenin %25, %50, %75, %100 ve %125'i) esas alınmıştır. Sulamalar haftalık olarak planlanmış ve damla sulama yöntemi kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan sulama suyu miktarları 201.54-807.1 mm, bitki su tüketimleri 251.53 mm ile 781.71 mm, su kullanma randımanları ise 0.59-0.93 kg da-mm<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Dane verimleri I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinde aşılı uygulamalarda sırasıyla 218.90, 328.07, 431.80, 449.33 ve 468.27 kg da<sup>-1</sup>, aşısız uygulamalarda 198.56, 295.80, 409.10, 473.03 ve 518.73 kg da<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Bitki su verim fonksiyonu (Ky) 0.63 ve 0.90 olarak hesaplanmıştır. Sulama düzeyleri tane verimi ( $p<0.001$ ), 1000 dane ağırlığı ( $p<0.05$ ), yağ oranı ( $p<0.05$ ), protein oranı ( $p<0.001$ ), çiçeklenme dönemindeki ve hasattaki kuru madde miktarlarına'na ( $p<0.01$ ) etkili olurken, çiçeklenme dönemindeki bakla ve çiçek sayısına etkisi görülmemiştir. Klorofil içeriği ve stoma iletkenliği sulama mevsiminin sonuna doğru tüm uygulamalarda azalma eğilimi göstermiştir.

2015-70 Sayfa

**Anahtar kelimeler:** Soya, kısıtlı sulama, aşılama, stoma iletkenliği, klorofil içeriği

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF RELATIONSHIP WATER-YIELD OF INOCULATED AND UNINOCULATED SOYBEAN IN HATAY CONDITIONS

This research was carried out to evaluate the yield (seed yield), yield parameters (weight of 1000 seeds, dry matter accumulation), vegetative (plant weight, leaf area index) and physiological characteristics (stomatal conductance, chlorophyll content) of soybean as a response to different irrigation levels in East Mediterranean climatic conditions (Hatay Region).

In the experiment, five irrigation level (as a depletion of available water content water, 25, 50, 75, 100 and 125%) were treated. Drip irrigation systems was employed and, irrigation frequency was planned as once a week throughout the irrigation season.

According to results, the amount of applied irrigation water, evapotranspiration and water use efficiency ranged from 201.5-807.1 mm, 251.5-781.7 mm, 0.59-0.93 kg da-mm<sup>-1</sup>, respectively. The seed yields in inoculated and uninoculated treatments were 218.90, 328.07, 431.80, 449.33, 468.27 and 198.56, 295.80, 409.10, 473.03, 518.73 kg da<sup>-1</sup> in I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>125</sub> irrigation levels, respectively. The yield response to water (ky) was calculated as 0.63-0.90. While the amount of irrigation water were found to be influential on the seed yield ( $p<0.001$ ), the weight of 1000 seeds ( $p<0.05$ ), the fat ( $p<0.05$ ) and protein contents ( $p<0.001$ ), and dry matter content of the plant in the blooming and harvest ( $p<0.01$ ), no effect on the number of pod and flowers in blooming were observed. Finally, the chlorophyll content and stomatal conductance tended to decrease in all treatments toward the end of the irrigation season.

2015-70 Pages

**Key words:** Soybean, deficit irrigation, inoculation, stomatal conductance, chlorophyll content

## TEŐEKKÖR

Araştırma konunun belirlenmesinde ve çalışmanın her aşamasında maddi manevi destek olan danışman hocam sayın Doç. Dr. Berkant Ödemiş' e katkılarından dolayı teőekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın alt yapısını oluştırmada ve deneme alanının hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Progen A.Ő. Ar-Ge Genel Müdürü Batuhan Akgöl'e, Ziraat Mühendisi Deniz Can'a ve Progen A.Ő. alışanlarına teőekkürler.

Çalışmam boyunca bana göstermiş olduğu fedakarlığı ve sabrından dolayı canım anneme ve tüm aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÖZET.....                                                                   | I   |
| ABSTRACT.....                                                               | II  |
| TEŞEKKÜR.....                                                               | III |
| İÇİNDEKİLER.....                                                            | IV  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                        | VII |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                                      | IX  |
| 1. GİRİŞ.....                                                               | 1   |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....                                                   | 4   |
| 2.1. Tarımsal Kuraklık.....                                                 | 4   |
| 2.2. Su Eksikliği Koşullarında Tarımda Uygulanan Yöntem ve Stratejiler..... | 6   |
| 2.3. Kısıtlı Sulama Stratejisi.....                                         | 7   |
| 2.4. Soya Bitkisinin Önemi ve Aşılama Gerekçesi.....                        | 8   |
| 2.5. Kısıtlı Su-Verim İlişkileri.....                                       | 10  |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                                  | 18  |
| 3.1. Materyal.....                                                          | 18  |
| 3.1.2. Araştırma Alanı Özellikleri.....                                     | 18  |
| 3.1.3. Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri.....                               | 18  |
| 3.1.4. İklim Özellikleri.....                                               | 20  |
| 3.1.5. Bitki.....                                                           | 20  |
| 3.1.6. Sulama Suyunun Sağlanması.....                                       | 22  |
| 3.1.7. Sulama Yöntemi ve Sistem Özellikleri.....                            | 22  |
| 3.2. YÖNTEM.....                                                            | 22  |
| 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi.....                         | 22  |
| 3.2.2. Deneme Konularının Oluşturulması.....                                | 23  |
| 3.2.3. Toprak Nem İçeriğinin Belirlenmesi ve Kalibrasyonu.....              | 26  |
| 3.2.4. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi.....                               | 27  |
| 3.2.5. Su-Verim fonksiyonu (Ky).....                                        | 27  |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.6. Su Kullanım Etkinliği .....                         | 28 |
| 3.2.7. Verim ve verim parametreleri .....                  | 28 |
| 3.2.7.1. Tane Verimi .....                                 | 28 |
| 3.2.7.2. 1000 Dane Ağırlığı .....                          | 28 |
| 3.2.8. Yağ ve Protein Oranlarının Belirlenmesi .....       | 29 |
| 3.2.9. Bitkide Azot Analizleri .....                       | 29 |
| 3.2.10. Vegetatif Özelliklerin Belirlenmesi .....          | 29 |
| 3.2.11. Bitki Fizyolojisine İlişkin Ölçümler .....         | 30 |
| 3.2.12. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi .....       | 31 |
| 4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR .....                             | 32 |
| 4.1. Sulama Suyu Sonuçları .....                           | 32 |
| 4.2. Bitki Su Tüketimi (Et) Sonuçları .....                | 33 |
| 4.3. Su-Verim fonksiyonu (Ky) .....                        | 34 |
| 4.4. Su Kullanım Etkinliği .....                           | 34 |
| 4.5. Verim ve Verim Parametrelerine İlişkin Sonuçlar ..... | 36 |
| 4.6. Su-Verim İlişkileri .....                             | 41 |
| 4.6.1 Dane Verimi ve Bindane ağırlığı .....                | 41 |
| 4.6.2. Yağ ve Protein Oranı .....                          | 43 |
| 4.6.3. Bitki Azot İçeriği .....                            | 45 |
| 4.6.4. Vegetatif Özellikler .....                          | 46 |
| 4.6.4.1. Çiçek Sayısı .....                                | 46 |
| 4.6.4.2. Bakla Sayısı .....                                | 47 |
| 4.6.4.3. Kuru Madde Miktarı .....                          | 48 |
| 4.6.4.4. Bitki Boyu .....                                  | 49 |
| 4.7. Bitki Fizyolojisine İlişkin Sonuçlar .....            | 50 |
| 4.8. Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkileri .....              | 53 |
| 4.9. Aşılamanın Verim Parametrelerine Etkileri .....       | 55 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                 | 58 |

|                |    |
|----------------|----|
| KAYNAKLAR..... | 62 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 70 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünümü                                                                          | 18 |
| Şekil 3.2. Soya fasülyesi bitkisinden genel bir görünüm                                                            | 21 |
| Şekil 3.3. Damla sulama sisteminin denetim birimleri (Elek filtre, hidrosiklon, su sayaçları ve manometreler)      | 22 |
| Şekil 3.4. Deneme alanı toprağının hacim ağırlığının belirlenmesi işlemi                                           | 23 |
| Şekil 3.5. Soya tohumlarının bakteri ile aşılama işlemi                                                            | 24 |
| Şekil 3.6. Deneme konularının bulunduğu alandan bir görünüm                                                        | 24 |
| Şekil 3.7. Deneme deseni                                                                                           | 25 |
| Şekil 3.8. Toprak nem içeriğinin burlu yöntemiyle belirlenmesi                                                     | 26 |
| Şekil 3.9. Mobi Check aletinin deneme alanına yerleştirilmesi                                                      | 27 |
| Şekil 3.10. Bitkide azot analizi çalışmalarından bir görünüm                                                       | 29 |
| Şekil 3.11. Porometre ölçümleri                                                                                    | 31 |
| Şekil 3.12. Klorofilmetre                                                                                          | 31 |
| Şekil 4.1. Aşılı konudaki sulama suyu ve toplam su kullanma randımanları                                           | 35 |
| Şekil 4.2. Aşısız konudaki sulama suyu ve toplam su kullanma randımanları                                          | 35 |
| Şekil 4.3. Hasat dönemine yaklaşmış deneme alanından bir görünüm                                                   | 41 |
| Şekil 4.4. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile tane verimi arasındaki ilişki.                            | 42 |
| Şekil 4.5. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile bindane ağırlığı arasındaki ilişki.                       | 43 |
| Şekil 4.6. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile yağ arasındaki ilişki                                     | 44 |
| Şekil 4.7. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile protein arasındaki ilişki.                                | 44 |
| Şekil 4.8. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile vegetatif aksamda bulunan azot miktarı arasındaki ilişki. | 45 |
| Şekil 4.9. Sulama suyu ile çiçek sayısı arasındaki ilişkiler                                                       | 47 |

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.10. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile bakla sayısı arasındaki ilişki.        | 48 |
| Şekil 4.11. Sulama suyu ile kuru madde miktarı (hasat dönemi) arasındaki ilişki                  | 49 |
| Şekil 4.12. Deneme konularına ilişkin bitki boylarının günlere bağlı değişimi                    | 50 |
| Şekil 4.13. Aşılı ve aşısız uygulamalarda stoma iletkenliği ile sulama suyu arasındaki ilişkiler | 51 |
| Şekil 4.14. Deneme konularına ilişkin stoma iletkenliğinin değerlerinin günlere bağlı değişimi   | 52 |
| Şekil 4.15. Deneme konularına ilişkin klorofil değerlerinin günlere bağlı değişimi               | 53 |
| Şekil 4.16. Aşılı ve aşısız uygulamalarda bitki su tüketimi ile tane verimi arasındaki ilişki    | 54 |
| Şekil 4.17. Bitki su tüketimi ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki                             | 54 |
| Şekil 4.18. Kök bölgesinde bulunan nodül örnekleri                                               | 56 |
| Şekil 4.19. Aşılı ve aşısız konuların sulama düzeylerine bağlı stoma iletkenliği değişimi        | 57 |
| Şekil 4.20. Aşılı ve aşısız konuların sulama düzeylerine bağlı klorofil değişimi                 | 57 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1. Araştırma Alanı Topraklarına İlişkin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikler                              | 19 |
| Çizelge 3.2. Deneme alanına en yakın Serinyol İklim İstasyonu'nun uzun yıllık ortalama iklimsel veriler (1945-2006) | 20 |
| Çizelge 3.3. Deneme yılına (2013) ilişkin iklim verileri                                                            | 20 |
| Çizelge 3.4. Denemede kullanılan Bravo çeşidinin özellikleri                                                        | 21 |
| Çizelge 4.1. Denemede ölçülen sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve su kullanım etkinlikleri değerleri          | 33 |
| Çizelge 4.2. Verim ve verim özelliklerine ilişkin ortalama değerler                                                 | 39 |
| Çizelge 4.3. Bakteri aşılınmış ve bakteri aşılınmamış konuların ortalama gövde azot oranları                        | 39 |
| Çizelge 4.4. Verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları                                                    | 40 |
| Çizelge 4.5. 1. ve 2. Biomass örneklerinden alınan kuru madde miktarlarının karşılaştırılması                       | 40 |
| Çizelge 4.6. İncelenen özelliklerin aşılı ve aşısız uygulamalara ilişkin değerleri                                  | 55 |
| Çizelge 4.7. Nodül sayılarının aşılı ve aşısız uygulamalara göre değişimi                                           | 56 |

## 1.GİRİŞ

Kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal üretim büyük ölçüde suya bağlıdır. Son yüzyılda yaşanan iklimsel değişimler başta yağış olmak üzere birçok iklim parametresinde değişimlere yol açmıştır. Yağış miktarındaki azalma Türkiye dahil olmak üzere birçok ülkede kuraklık sorunlarının ortaya çıkmasına veya kuraklık şiddetinin artmasına neden olmuştur. Ülkemizde ortalama 646 mm civarında olan yağış miktarı 2013 yılında 564.1 mm'ye gerilemiştir. Yapılan değerlendirmeler, 2012 ile kıyaslandığında 2013 yılında yağışın %13 oranında azaldığını göstermektedir (**Anonim, 2014a**).

Yağışların azalması çoğu bölgede bitkilerin yetiştirme sezonu içerisinde sulanabilme olanaklarını azaltmaktadır. Bu durum tarımsal üretimde kurak koşullara dayanıklılığı sağlayacak kültürel uygulamaların ve mevcut suyun etkin kullanımını sağlayan sulama yöntem ve stratejilerinin önemini arttırmaktadır. Salma sulamanın yerine basınçlı sulama (özellikle damlama sulama) sistemlerinin kullanımı, daha az su ile verimi artırmaya yönelik kısıtlı sulama uygulamaları en önemli gelişmeler olarak görülmektedir.

Kısıtlı sulama stratejisi, tarımsal su gereksiniminin azaltılması ile bitki su kullanım etkinliğinin artırılabilmesine ve sulanmayan alanların sulamaya açılmasına olanak sağlayabilir. Özellikle verime katkısı en az olan bitki gelişme dönemlerinde sulama gereksiniminin kısmen karşılanmasıyla önemli ölçüde su tasarrufu sağlanabileceği bir çok araştırma ile ortaya konulmuştur (**English, 1990; Pereira ve ark., 2002; Fereres ve Soriano, 2007**). Kısıtlı suya karşı bitkilerin vereceği tepkinin farklı iklim, toprak ve bitki gruplarında araştırılması ve öncelikli olarak gıda gereksiniminin karşılanmasında önemli rol oynayan bitkilerin ele alınması gelecek için oldukça önemlidir.

Bitki grupları bir arada değerlendirildiğinde soya bitkisi diğer sektörler için oluşturduğu hammadde girdisi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Soya bitkisi, olağanüstü özellikleriyle sağlıklı beslenme ve tıp alanlarının yanı sıra tutkal, mürekkep, sabun, benzin, böcek ilacı, alkol, plastik ve lastik gibi 400'ün üzerinde endüstriyel

ürünün üretiminde de kullanılan ender tarla bitkilerinden biridir. Ülkemizde soya ekiminin % 91'i Adana, Osmaniye, Hatay, Mersin, K.Maraş illerini kapsayan Akdeniz bölgesinde, % 8'i Ordu ve Samsun civarı ile Karadeniz Bölgesinde % 1'i Ege bölgesinde yapılmaktadır. Yıllara göre değişmekle birlikte ortalama 20.000 hektarda soya ekimi yapılmaktadır (**Öner, 2006**).

Soya fasulyesi gelişimi iki ayrı safhada tanımlanmaktadır. İlki çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan vejetatif gelişme dönemlerini (V) kapsamaktadır. İkincisi çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar olan ürün oluşumu dönemleridir (R). Bitki dönemleri yaprak, çiçek, bakla ve tane gelişimlerinin sınıflandırılması ile belirlenmektedir. Ayrıca, dönemlere ayırma boğumun tanımlanmasını gerektirmektedir. Bir boğum bir yaprağın, bağlı olduğu gövde bölümüdür. Vejetatif dönemler; çıkış (VE), kotiledon (C), ilk boğum (V1), n. boğum (Vn) dönemleridir. Ürün oluşum dönemleri ise, çiçeklenme başlangıcı (R1), tam çiçeklenme (R2), bakla başlangıcı (R3), tam bakla (R4), tane başlangıcı (R5), tam tane (R6), olgunlaşma başlangıcı (R7) ve tam olgunluk (R8) dönemlerini kapsamaktadır (**Anonim, 2005b**).

Toprak-su içeriğindeki azalma soya veriminde önemli miktarda azalmaya neden olur. Su eksikliğinin aşırı terlemeden mi (transpirasyon), yoksa bu koşulda meydana gelen bitki metabolizmasındaki dalgalanmalardan mı olduğu kesin olarak bilinmemekle birlikte ikinci yaklaşımın daha kabul edilebilir olduğu söylenebilir. Yaprakların gün ortasında solgunluk göstermesi, fotosentetik faaliyetin yavaşlaması su stresinden kaynaklanmaktadır (**Boyer ve ark., 1980**). Uzun süreli kuraklığa dayanamayan soya bitkisinde su tüketiminin tam sulama ile kıyaslandığında kısıtlı su ve susuz koşullardaki su tüketimi sırasıyla %17 ve %68 daha az gerçekleşmiştir (**Cox ve Jolliff, 1986**). Soya veriminin su ile doğrudan ilişkili olduğunu belirten **Yazar ve ark. (1990)**, Çukurova koşullarında, II. ürün soya fasulyesinde, tane verimi ile mevsimlik su tüketimi arasında istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli doğrusal bir ilişki belirlemişlerdir. Farklı gelişme dönemlerinde oluşturulan su stresi %20'den %40'a çıkartıldığında, kuru madde miktarını %25–34, verimi %18-30 oranında azaltmaktadır (**Vearela, 1998**). Benzer biçimde su stresi tane verimini %39 oranında azaltabilmektedir (**Brevedan ve Egli, 2003**). Amik ovasında yürütülen bir araştırmada sulama sezonunda 5 kez sulanan konuya toplam 394 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimini 396

mm olarak belirlenmiştir. En yüksek aylık su tüketimi ise, 185.5 mm ile Ağustos ayında meydana gelmiştir. Bitki katsayısı (kc), en yüksek değerde 0.86 olarak Ağustos ayında bulunmuştur. En yüksek verim tam sulama (332 kg da<sup>-1</sup>) konusunda, en düşük verim (54 kg da<sup>-1</sup>) ise susuz konuda elde edilmiştir. Sulama suyu arttıkça protein miktarı artmış, yağ oranı düşmüştür (**Güler, 1990**).

Soya bir baklagil bitkisidir. Soya havanın serbest azotunu toprağa bağlayan bakteriler ile köklerinde ortak yaşar. Soyanın köklerinde yaşayan bakteri *Bredyrhizobium japaonicum*'dur. Bu bakteri yalnız soya köklerinde nodozite oluşturur. Tohum ile birlikte toprağa verilen bakteriler, tohumun çimlenmesiyle oluşan bitkinin kök sistemine yerleşirler. Bu nodoziteler havanın serbest azotunu bakteri tarafından bitkinin kök sisteminde biriktirilmesiyle oluşurlar (**Doğan, 2006**).

Soya ekim alanı, toplam ürün miktarı, farklı alanlarda kullanım olanakları ve ekonomik getirisi açısından tarımsal potansiyeli son derece yüksek bir bitkidir. Soya bitkisinin farklı iklim alanlarında suya karşı farklı tepkiler göstermesi değişen iklim koşullarında Amik Ovasında da araştırma yapılmasını zorunlu kılmıştır.

Bu araştırmada; Soya bitkisinin Doğu Akdeniz (Hatay) koşullarında sulama suyu gereksinimi ve bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesi ve kısıtlı sulama stratejisinin uygulama olanakları, su-verim ilişkileri, bakteri aşılı ve aşısız uygulamaların toprak ve bitkideki azot içeriğine ve verime etkisi ve kısıtlı suyun bitki fizyolojisindeki değişimlere etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Tarımsal Kuraklık

Kurak ve yarı kurak alanlarda mevcut sulama uygulamalarıyla devam etmek giderek zorlaşmaktadır. Son yüzyılda kronik su kısıtlılığının arttığı bölgelerde su kullanımı nüfusa oranla 2 kat artmıştır. Araştırmalar, dünya nüfusunun 2/3'ünün 2025 yılına kadar su stresi koşullarında yaşayacağını ve yaklaşık 1.8 milyar insanın da mutlak su kısıtlılığına maruz kalacağını göstermektedir (FAO, 2010). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yıllık yağış miktarlarının azalması yukarıda belirtilen sorunların dışında tarım alanlarında da kuraklık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Kuraklık, dünya genelinde tarımsal verimliliği etkileyen en önemli çevresel stres unsurlarından biridir (Cattivelli ve ark., 2008). Kuraklığın yaygın olarak görüldüğü alanların toplamı dünya genelinde %40'a yakın bir alanı oluşturmaktadır (Gamo, 1999). Söz konusu bölgelerde kuraklık özellikle yaz mevsiminde had safhaya çıkmaktadır. Buharlaşma değerlerinin yüksek, yağışların en düşük seviyede gerçekleştiği bu aylarda tarımsal su gereksinimi önemli ölçüde artmaktadır. Araştırmalar sıcaklık artışlarının dünya genelinde önemli sorunlara yol açacağını göstermektedir. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), 1880'den beri tutulan hava sıcaklığı kayıtlarına göre, 2014 yılının Ocak-Ekim döneminin en sıcak ilk 10 ay olduğunu, Ekim ayının ölçülen en sıcak ay olduğunu belirtmiştir (Anonim, 2014d). Küresel iklim değişimi ile birlikte meydana gelen yağış azlığı ve düzensizliği, dünyanın bir çok bölgesinde kuraklık sorununun şiddetini artırmaktadır.

İsrail, ABD, Hindistan ve İspanya damla sulama yöntemiyle (suyun yavaş bir şekilde küçük deliklerden köklere ulaştırılması) su kullanımında %30 ile %70 arasında tasarruf, verimlilikte %20 ile %90 arasında artış sağlamışlardır (Yıldırım, 2001).

Avrupa'da özellikle fırtınalar ve kuraklık nedeniyle 1990'larda zararın 10 milyon Euro'ya ulaştığı görülmektedir (Anonim, 2004). Sadece 1999 ve 2003'teki felaketlerin her birinin 13 milyar Euro olduğu, önlem alınmadığı takdirde yirmi yıl içinde potansiyel küresel hasarların maliyetinin bugünün değeriyle 74 trilyon Euro'ya olacağı tahmin edilmektedir (Dlugolecki ve Lafeld, 2005). Deniz seviyesinin yükselmesi, su

kaynaklarının azalması ve kuraklığın da bu ekonomik kayıpları arttıracığı öngörülmektedir (UNEP, 2006; Alper ve Anbar, 2007; Dlugolecki ve Lafeld, 2005).

Araştırmanın yapıldığı Hatay İli sınırlarında yer alan Amik Ovasında ortalama yağış miktarı 843 mm'den yaklaşık 500 mm (2013 yılı) seviyesine gerilemiştir (Anonim, 2014a). Seyhan ovasında iki farklı model (MRI ve CCSR) ile yapılan araştırmada 2070 yılına kadarki sürede yağış miktarının %29.4-34.7, nehir akışlarının %37.5-46.4, su depolama kapasitesinin %24.7 azalacağı hesaplanmıştır (Tezcan ve ark., 2007). Benzer şekilde, 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). Yağışların azalması, tarımsal üretim bölgelerinde geleceğin tahminine yönelik derinlikli araştırmaların yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Örneğin yağış miktarının azalması ile Konya gibi 'yarı kurak' bölgelerin gelecekte 'kurak' hale geçmesini kaçınılmaz kılacağını (Şen ve Başaran, 2007) ve bu durumun tarımsal üretimde %18'lik azalmaya neden olacağını göstermektedir (Tsuji ve Gültekin, 2007). Yine Konyada, 1956-2008 ve 1999-2008 yılları arası aylık ortalama yağış değerlerine göre, son 27 yılın 17'sinde (%63) etkin bir kuraklık olduğu belirtilmiştir (Oturanç, 2008).

Tarımın, diğer sektörlerle birlikte düşünüldüğünde, suyun en büyük kullanıcısı olması, bitki gelişimi sırasında su tasarrufuna yönelik önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretim sırasında su tasarrufu sağlayan modern sulama yöntemleri ve stratejileri yaygınlaşsa da kullanılan toplam suyun yaklaşık %70'ine yakını hala tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bu miktarda suyun sulamada kullanılması su kullanımı konusunda farklı görüşlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Tarımsal uygulamaların aşırı su kullanımı ve su gereksinimi yüksek bitkiler nedeniyle suyu savurganca kullandığını düşünen araştırmacıların yanısıra (Postel ve ark., 1996), sulamanın beslenme alışkanlıklarındaki değişimler ve dünya nüfusundaki artışa bağlı olarak besin gereksinimindeki beklenen artışları sağlayabilecek stratejik bir uygulama olduğunu savunanlar da bulunmaktadır (Dyson, 1999).

Dünya genelinde toplam tarım alanlarının yaklaşık %17'sine denk olan sulanan alan miktarı, dünyadaki toplam besin üretiminin yaklaşık %40'ından fazlasını üretmektedir (Feres ve Connor, 2004). Bu durum dünya genelinde gıda

gereksiniminin sağlanmasında tarımsal sulamanın rolünü artırmaktadır. Ancak kurak ve yarı kurak alanlarda daha fazla tarım alanının sulamaya açılması ve sürdürülebilir bir toprak kalitesi için suyu az kullanan sulama yöntem ve stratejilerinin geliştirilmesi zorunlu olmuştur.

## **2.2. Su Eksikliği Koşullarında Tarımda Uygulanan Yöntem ve Stratejiler**

Su kaynaklarının azalması nedeniyle, tarımsal üretim sistemlerinde su kullanımını azaltan ve dikkatli planlama ve işletmeye ihtiyaç duyan çalışmalara gerek duyulmaktadır. Son araştırmalar sulama suyu miktarının önemli ölçüde tasarruf edilmesine ve daha yüksek kalitede ve miktarda ürün eldesi için daha az suyla çalışan yüksek performanslı sulama programlarının geliştirilmesine odaklanmıştır (**FAO, 2010**). Dünyanın birçok bölgesinde tarımsal alanlarda suyun etkin şekilde kullanılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için temel ilkelerin uygulanması hala yetersizdir. Sulama suyu kayıplarının azaltılması ve suyun etkin kullanımını sağlamak amacıyla 1950'li yıllardan itibaren yağmurlama ve damlama gibi su uygulama randımanı yüksek sulama yöntemleri geliştirilmiştir.

Damla sulama sistemleri, gelişmiş bir çok ülkede yaygın olarak kullanılmakta ve önemli ölçüde su tasarrufu sağlanmaktadır (**Kırda ve ark., 2003**). **Fuchs (2007)**, İsrail'de suyu etkin kullanan sulama yöntemlerinin yaygınlaşması sayesinde yıllık su kullanım oranının 1950'de 885 mm'den 1987'de 490 mm'ye gerilediğini, bu sayede %45 oranında su tasarrufunun sağlandığını belirtmektedir.

Damla sulama yönteminin yağmurlama ve karık gibi sulama yöntemleri ile kıyaslandığında birçok bitki grubunda daha yüksek verim ve su kullanım etkinliği sağladığı birçok araştırma ile ortaya konulmuştur. **Hebbar ve ark. (2004)**, damla sulama sistemi ile tarımsal üretimde kullanılan bitki besin elementleri ve kimyasalların sulama suyu ile birlikte kısa aralıklarda, hatta sürekli bir şekilde verilebildiğini ve diğer sulama sistemlerine göre daha yüksek gübre ve kimyasal uygulama randımanlarına ulaşılabilindiğini belirtmektedirler. Söz konusu uygulamanın fertigasyon olarak bilindiğini belirten **Kovach (1983)**, yöntemin bitkilerin farklı gelişim dönemlerinde

gereksinim gösterdikleri farklı miktar ve nitelikteki besin gereksinimlerinin tam olarak karşılanmasına olanak sağladığını ifade etmektedir.

Geleneksel sulama uygulamalarına göre damla sulama gibi basınçlı sulama yöntemlerinin sağladığı su tasarrufunun farklı sulama stratejileri ile desteklenmesi son yıllarda önemli araştırma konularından birini oluşturmaktadır. Modern sulama yöntemleri arazide daha az bir alanın sulanmasına olanak sağlasa da, sulama suyundan edinilen tasarrufun bitkide verimliliği azaltmaması ve bitkinin fizyolojik gelişimi ile uyumlu olması gerekmektedir. Bitki gelişme döneminin tamamında veya verimde katkısının daha az olduğu gelişme dönemlerinde yapılacak kısıtlı sulamaların toplamda sağladığı su tasarrufu azımsanmayacak kadar çoktur.

### **2.3. Kısıtlı Sulama Stratejisi**

Geleneksel sulama uygulamasında uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde mevcut nem değerinin tarla kapasitesine çıkarılması amaçlanır. Tam sulama olarak isimlendirdiğimiz bu uygulamada bitkinin strese girmemesi, derine sızmanın minimum seviyede gerçekleşmesi ve optimum seviyede ürün elde edilmesi amaçlanır. Toprak, bitki ve iklim koşulları dikkate alınarak yapılan sulamalarda elverişli kapasitenin hangi düzeyinin tam sulama olarak kabul edilebileceği su tasarrufu için önemlidir. Genel olarak elverişli kapasitenin %40-60'ı tüketildiğinde yapılan sulamalarda bitkinin strese girmeksizin ürün vereceği birçok araştırma ile ortaya konulmuştur. Ancak temel sorun 1) tarla kapasitesine yakın hangi düzeydeki sulamanın bitki için tam sulama anlamına geleceği ve bitki için strese neden olmayacağı veya 2) su eksikliği sonucu ortaya çıkan su stresinin hangi düzeyi bitki için verimin azalmaya başladığı eşik değerdir. Birinci soruna ilişkin araştırmalar henüz istenilen düzeyde olmasa da, ikinci sorunun yanıtını bulmak amacıyla dünyanın farklı iklim bölgelerinde, farklı bitki çeşidi ve toprak bünyelerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Genel olarak kısıtlı sulama olarak adlandırılan bu uygulama bir sulama stratejisidir.

Kısıtlı sulamada temel amaç, sulama mevsiminde optimum ürün miktarını sağlayabilmek için tarla kapasitesinden daha az su uygulayarak sulama suyu tasarrufu sağlamaktır. Tasarruf edilen su ile ya sulanamayan başka alanların sulanması yada yetersiz sulanan alanların gerektiği kadar sulanması amaçlanır. Araştırmalar geleneksel

kısıntılı sulamanın, önemli verim azalışına neden olmadan su kullanımını azaltan yaklaşımlardan biri olduğunu göstermektedir (**Kırda ve ark., 1999**). Söz konusu yöntemin etkili olabilmesi, sulama suyuna bitki tepkisinin az olduğu bitki gelişme dönemlerini, bitki su verim ilişkilerini ve üretim maliyetini bilmeyi gerektirir. Bu durum üreticiler açısından güçlükler neden olmaktadır (**Kırda ve ark., 2004**). Uygulamanın yaygınlaşması farklı iklim, toprak ve bitki gruplarında araştırmalar yapılmasına bağlıdır.

Geleneksel olarak tarımsal araştırmalar öncelikle verimi maksimize etmeye yönelik odaklanmaktadır. Son yıllarda bu odaklanma özellikle hem arazi hem de suyun mevcudiyetini sınırlayıcı faktörlerle iş birliği içerisindedir. Bu açıdan kurak bölgelerde (suyun bitki üretiminde sınırlayıcı faktör olduğu kurak alanlarda) kısıntılı sulama değerli bir strateji olarak geniş ölçüde araştırılmaktadır (**English, 1990; Pereira ve ark., 2002; Fereres ve Soriano, 2007**).

Kısıntılı sulama bitkinin kurağa duyarlı gelişim dönemleri boyunca uygulanan sulama suyunu optimize etme stratejisidir. Kısıntılı sulamada aslolan verimi stabil hale getirmek ve maksimum verimden ziyade su verimliliğini maksimum kılmaktır (**Zhang ve Oweis, 1999**). Bitkinin eksik suya toleransı büyük ölçüde çeşit ve fenolojik evrelere bağlı olduğundan, bitkinin her bir gelişme döneminde kısıntılı sulamaya ne ölçüde tepki verdiğinin tam olarak bilinmesi gerekir (**Kırda ve ark., 1999**). Bu nedenle kısıntılı sulamanın doğru uygulanması, su stresinin neden olduğu verim azalmasının ekonomik olarak etkisinin belirlenmesine ihtiyaç duyar (**Sepaskhah ve ark., 2006**). Bununla birlikte araştırmaların öncelikle gıda gereksiniminin karşılanmasında önemli rol oynayan bitkileri esas alması görünür gelecekte su-verim ilişkisine yönelik sorunların çözümünde önemli rol oynayacaktır. Gıda gereksinimi açısından patates, mısır, pirinç gibi bitkilerin yanısıra soya bitkisi de önemli bir yer almaktadır.

#### **2.4. Soya Bitkisinin Önemi ve Aşılama Gerekeçesi**

Soya, (*Glycine Max.*) dünyanın en önemli bitkilerinden biri olup protein ve yağ için yetiştirilir. Bitki esas olarak yağışlı koşullarda yetiştirilebilirken ek sulama uygulamasıyla verimi arttırılabilmektedir (**Doorenbos ve Kassam, 1979**). Dünyadaki soya üretimi 2010 yılı itibariyle yaklaşık 102.99 milyon ha alanda 260.92 milyon ton'dur (**FAO, 2011**). Türkiye'de soya üretimi 2.dünya savaşından sonra başlamış ve

1987 yılına kadar en çok tarımı yapılan 2. bitki olmuştur. Yıllık üretim miktarları değerlendirildiğinde 1987 yılına kadar artış gösteren soya bitkisi anılan yıldaki üretimi 250 bin tona ulaşmıştır. Ancak üretim miktarı 2002 yılında 75 bin tona, 2004'te 25 bin ton'a gerilemiştir (**Haskınacı, 2004**). Üretim miktarının azalması soya ithalini zorunlu kılmıştır. Soya zengin protein içeriği (%40), yağ (%20), fosfolipidler, mineraller, vitaminler ve hem insan hem hayvan tüketiminde ve endüstriyel amaçlar için kullanılmaktadır (**Singh, 2010**). Soya bitkisinin %60-65 i posa olup dünya çapında çiftlik hayvanlarının ana protein kaynağını oluşturmaktadır. Dünya genelinde tüketilen bitkisel yağların %30-35'i soya bitkisinden elde edilir (**Mounts ve ark., 1987**). İki temel sınıfa ayrılan soya bitkisinde (**Young ve ark., 2000**), ilk grup tarla bitkisi olarak bilinir ve soya yağı için yetiştirilir. Geniş ölçüde değişik beslenme ve endüstriyel ürünler için (soya unu, soya eti, soya filizi, soya sütü, soya yemeği, soya sosu gibi amaçlar için) kullanılır. İkinci grupta kullanımda ise büyük ölçüde tohumları yenerek tüketilir (**Wszelaki, 2005**).

Soya, tropik, subtropik ve sıcak iklimlerde ılık koşullar altında yetiştirilir. Düşük ve yüksek sıcaklığa karşı nispeten dirençlidir. Ancak, büyüme hızı 18 °C'nin altında ve 35 °C'nin üstünde azalır. Bazı çeşitlerde 24 °C'nin altındaki sıcaklıklarda çiçeklenme gecikebilir. Büyüme için en düşük sıcaklık yaklaşık 10 °C, bitki üretimi içinse yaklaşık 15 °C'dir. Vegetatif gelişme normal olarak verim oluşumu süresince durur. Toplam büyüme periyodunun uzunluğu 100-130 gün arasında değişir ve ya biraz uzar. Soya genel olarak pamuk, mısır ve buğday gibi bitkilerle ekim nöbetine girer. Sıra aralığı 0.40-0.60 m arasında ve her 1 metrelik sıra uzunluğunda 30-40 adet tohum bulunur. Soya kumlu topraklar dışında geniş bir toprak bünyesi aralığında yetiştirilebilir. Optimum toprak pH'ı 6-6.5 arasında değişir. Yaklaşık olarak gübre gereksinimi fosfor için 15-30 kg ha<sup>-1</sup>, K için 25-60 kg ha<sup>-1</sup>'dir. Soya yüksek verim elde edilmesinde atmosferdeki azotu fikse etme yeteneğine sahip bir bitkidir. Ancak iyi bir erken gelişme döneminde yaklaşık 30-50 kg ha<sup>-1</sup> azot dozuna ihtiyaç duyar.

Sığ taban suyu özellikle erken gelişme döneminde verimi olumsuz olarak etkileyebilir. Bitki, taban suyu yükselmesine hassastır, toprak tuzluluğuna orta düzeyde toleranttır. Verim azalması toprak tuzluluğuna bağlı olarak EC<sub>e</sub>, 5 dS m<sup>-1</sup>'de %0, 5.5

iken %10, 6.2 iken %25, 7.5 iken %50, 10 ds m<sup>-1</sup> iken ise %100 azalır (**Doorenbos ve Kassam, 1979**).

Bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu besin elementlerinden birisi azottur. Azot tüm bitkilerin önemli yapısal unsurlarının bileşimi olarak kabul edilen proteinin yapı taşı olmakla birlikte klorofil, enzim ve vitaminlerin de yapısında yer alan, tabiatta en yüksek oranda (%78) bulunan ama eksikliği en fazla görülen besin elementidir. Tabiatta azotun ana kaynağı atmosferdir. Atmosferde %78 oranında azot bulunmasına rağmen, bu elementel azottan doğrudan yararlanabilen canlı sayısı çok azdır. Canlıların bu kaynaktan yararlanabilmeleri için azot molekülleri arasındaki üçlü bağın ikili bağa indirgenmesi ve azotun hidrojen ve oksijenle birleşmesi gerekir ki, buna azot fiksasyonu denir (**Uyanık ve ark., 2011; Fritsche, 1990'dan**). Sadece bazı bakteriler (*Rhizobium*, *Clostridium*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Amylobacter*), mavi-yeşil algler (*Anabaena*, *Nostoc*, *Calothrix*, *Oscillatoria*) ve mantarlar (*Mycorrhiza*) atmosferdeki bu azottan doğrudan yararlanabilmektedirler. Bunlardan *Rhizobium spp.* bakterileri konak seçici olup, *Leguminosae* (Baklagiller) familyasındaki bitkilerle birlikte bulunur ve bu bitkilerin köklerinde nodüller oluşturarak azot fiksasyonunu gerçekleştirirler. Dolayısıyla, bakteriler aşılama yoluyla toprağa verilmezlerse biyolojik yolla bağlanan azot miktarı az olur (**Gök ve Onaç, 1995**). Oysa bakteri aşılması yapılmaması durumunda toprağa bağlanan azot 20-30 kg da<sup>-1</sup> ı bulmakta ve hatta etkin bakteri aşılması ve iyi bakım koşullarında bu değer bazen 50-60 kg da<sup>-1</sup>'a ulaşmaktadır (**Çirpıcı, 2003**).

## 2.5. Kısıtlı Su-Verim İlişkileri

Su stresi dünyanın yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde soya üretimini sınırlayan en önemli etmendir. Bu bölgelerde büyüme mevsimi boyunca yağışın miktar ve dağılımı genellikle değişkendir. Nemli alanlarda susuz koşullarda mevsimsel yağıştaki değişkenlik bitkinin büyüme, gelişme ve veriminin yanı sıra su ve besin elementlerinin alımında yıldan yıla değişkenliklere yol açar (**Scott ve ark., 1986**).

Soya fasülyesi genellikle kuraklığa karşı aynı grupta yer alan mısır kadar hassas değildir. Soyanın kuraklığa (ısı ve su stresi) tepkisi hücresel yapılar, metabolik süreçler ve fizyolojik gelişimi de dahil olmak üzere çeşitli seviyelerde gerçekleşir.

Sulama uygulamaları soyanın tohum verimini önemli ölçüde arttırmakta (**Heatherly, 1983; Aruna ve ark., 1995**) ve toprak nem eksikliğinin olduğu bölgelerde gelir artışına katkı sağlamaktadır (**Salassi ve ark., 1984**).

Soya fasulyesinde kuraklık stresinin ilk işaretleri yaprak genişlemesinin su stresi sonucu azalması ve bu nedenle yaprak büyüklüğünün daha küçük olma eğilimi göstermesidir. Bu durumu erken farketmek zor olduğundan bitki veriminin tahmininde zorlaşır. Erken dönemde stres, vejetatif büyümenin sınırlanmasına ve kök gelişimi için daha fazla enerji ve çaba harcamasına neden olmaktadır. Kuraklık stresine soyanın en belirgin tepkisi yaprak kıvrılmasıdır. Daha fazla güneş ışığını yansıtmak için soya tam anlamıyla gümüş-yeşil kısmını açar ve yaprakları güneşe sırtını döner. Bu, bitkilerin yaşadığı sıcaklık stresini azaltmak için yaptığı bir su tasarrufudur. İkinci korunma yöntemi ise bitkinin su-fotosentez oranını (daha az radyasyon absorbesi) azaltmasıdır. Yapraklar fazla su gerektiren koyu yeşil üst kısımların fotosentez ihtiyacını karşılamak için daha fazla güneş ışığı emer (**Casteel, 2012**).

Uygun sulama suyu miktarı çimlenme için elverişli kapasitenin %15-50'si arasında olmalıdır. Vegetatif gelişme dönemi boyunca su eksikliği veya aşırı sulama gelişme geriliğine neden olmaktadır. Gelişme periyodları içerisinde su eksikliğine en hassas dönem çiçeklenme ve verim oluşum döneminin başlangıcıdır (bakla gelişimi). Su eksikliği bakla dökümü ve yoğun çiçeklenmeye neden olabilir. Çiçeklenme süresince ciddi su eksikliklerinden sonraki yapılan sulamalar benzer semptomlara neden olabilir (**Doorenbos ve Kassam, 1979**).

**Ansart ve ark. (2000)**, 4 farklı sıra üzeri ve sıra aralığı ile ekimden sonraki 25. günden itibaren farklı gelişme dönemlerinde yapılan sulamaların verim ve verim bileşenlerine etkileri araştırmışlardır. Araştırmada, sulama konuları;  $T_1= 3$  sulama (boğum oluşumu ve çiçeklenme döneminde),  $T_2= 4$  sulama (sürgün oluşumu, çiçeklenme ve bakla başlangıcı),  $T_3= 5$  sulama (sürgün oluşumu, çiçeklenme, bakla başlangıcı ve bakla oluşumu) ve  $T_4=6$  sulama (sürgün oluşumu, çiçeklenme, bakla başlangıcı, bakla oluşumu ve bakla dolumu) olarak oluşturulmuştur. Sulama düzeyleri incelenen özelliklerin tamamı üzerine önemli ölçüde etkide bulunmuştur. Tohum verimi ve verim bileşenleri üzerine en fazla etkiyi gösteren uygulama  $T_4$  olup en yüksek verim bu uygulamadan elde edilmiştir.

**Kane ve ark. (1997)**, erken olgunlaşan soya [*Glycine max (L.) Merrill*] çeşitlerinin kuraklıktan kaçma mekanizmalarının güçlü olması nedeniyle, son yıllarda Güneydoğu ABD'de popülerlik kazandığını belirtmişlerdir. Araştırmada soya bitkisinin bakla kümelerinin oluşumu döneminde bitki büyüme hızının verimle ilişkisinin doğrusal olmadığı belirlenmiştir. Yağış dağılımının stabil olduğu dönemde erkenci çeşitlerde uygulanan gölgelemenin sıcaklığın azalmasına ve vegetatif gelişmenin yetersiz olmasına neden olduğu, toprakta yeterli nem var ise erken olgunlaşmanın geççi çeşitler için avantajlı olabileceği belirtilmiştir.

Çiçeklenme ve verim oluşum dönemlerinin başlangıcında bitkinin görünüşte kuraklığa dirençli olması çiçeklenme döneminin bir aydan daha fazla uzun sürmesine neden olur. Benzer şekilde çiçeklenme döneminde düşük su stresi çiçeklenme ve bakla oluşumlarını geciktirir. Verim oluşum dönemi boyunca toprağın, bakla dolumu ve yüksek verim için elverişli kapasitenin %50'sinden fazlasını tüketmesi sakıncalıdır. Çiçeklenme döneminde toprak-su içeriği kullanılabilir suyun %50'sinden az, %85'inden fazla olmamalıdır. Suyun kısıtlı olduğu koşullarda sudan tasarruf edilebilmesi vegetatif gelişme dönemleri ve özellikle bitkinin olgunlaşmaya yakın olduğu dönemlerde su uygulamasının azaltılmasıyla sağlanabilir. Geç çiçeklenme ve erken bakla oluşumu dönemlerinde suyun tasarrufu en düşük düzeyde olmalıdır (**Doorenbos ve Kassam, 1979**).

**Sweeney ve ark. (2003)**, sulama kaynakları azaldığında erkenci soya çeşidinin kritik zamanlardaki stresini önlemek için gelişme dönemlerinde kısıtlı sulamanın etkisini belirlemek amacıyla, tek sulamanın farklı gelişme dönemlerinde verim ve kaliteye etkilerini incelemişlerdir. Siltli topraklarda 1991-1994 yılları arasında yürütülen araştırmada R4, R5 ve R6 dönemlerinde yapılan tek sulamanın verimde farklılık yaratmadığı ve susuz konuya göre yaklaşık %20 daha fazla verimin elde edildiği belirlenmiştir. R4 dönemindeki sulamanın R5 ve R6 daki sulamalardan daha fazla tohum ağırlığına neden olduğunu ortaya koymuştur. Sulama suyu miktarının tohumdaki proteine az miktarda, yağ içeriğine ise değişken oranlarda etki ettiği saptanmıştır. Araştırmacılar kısa süreli stresin R4 ile R6 dönemlerinde verimi olumsuz etkileyebileceği, ancak sulamanın yeteri kadar yapılamaması durumunda, sık ve yeterli yağış dağılımının verimi arttırabileceğini ileri sürmüşlerdir. Tohum doldurma

döneminde kısmen azalan kuraklık stresi daha büyük tohumların oluşmasına neden olmuştur. Buna karşın R4 dönemindeki sulamanın bitki başına tohum sayısını, susuz konuya göre daha fazla arttırdığı ortaya konmuştur. R4 ve R6 dönemlerindeki sulamalarda bu durum görülmemiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, farklı gelişme dönemlerinde yapılan tek sulamalar erkenci çeşitlerde verim ve kaliteyi etkileyebilmektedir. Özellikle yarı nemli ve nemli bölgelerde kritik gelişme dönemlerinde bitki stresini kısmen azaltmak için kısıtlı sulama planlanabileceğini, ancak erkenci çeşitlerin kritik üreme dönemlerinin sulanmasının yeterince açıklığa kavuşturulması gerektiğini belirtmiştir.

**Specht ve ark. (1989)**, R3-R4 döneminde geç yapılan sulamaların R2 dönemindeki başlangıç sulamalarından ve ya toprak nemini esas alan sulama programlarından daha az verimle sonuçlandığını bulmuşlardır. Erkenci soya çeşidinde R4-R6 gelişme dönemindeki kuraklık stresinin verime daha yıkıcı bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Tohum ağırlığı R1 ile R2 dönemindeki sulamaların sonucu olarak azalmıştır. Sonuç olarak, R3-R4 ve R5-R6 dönemlerindeki sulamaların verime katkısının daha yüksek olduğu saptanmıştır.

**Khadem ve ark. (1985)**, 7 farklı gelişme döneminde uygulanan sulama suyunun sulamaların bakla dolumu döneminde düzenli bir biçimde yapılması durumunda tohum verimini arttırdığını, **Cox ve Jolliff (1986)** soyanın bakla dolum dönemi (R6 dönemi) boyunca su stresine çok duyarlı olduğunu, **Mahmood ve El-Far (1994)**, bakla dolumunun sonuna kadar yapılan sulamaların bitki yüksekliğini, dal sayısını, bitki başına bakla ve tohum verimini arttırdığını belirtmişlerdir. **Ramseur ve ark (1985)**, verim ve verim bileşenlerinin sezonun tamamında sulanan soyada, çiçeklenmeye kadar yapılan sulamadan daha yüksek çıktığını belirtirken, **Güngör ve Yurtsever (1993)**, tohum ve tohum ile ilgili özelliklerin ilk sulamalardan önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir.

**Benjamin ve Nielsen (2004)**, bir bitkinin derinlerdeki depolanmış toprak suyundan faydalanmak için kök dağılımını değiştirme yeteneğinin kuraklık stresinden kaçınmak için önemli bir mekanizma olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, doğal yağış koşulları ve minimum su stresi koşullarında iki farklı su rejiminde soyanın, bezelyenin ve nohutun kök sisteminin su stresine tepkisini belirlemek için bir araştırma

yürütmüşlerdir. Her 0.23 m derinlikte ve toplamda 1.12 m derinlikte geç çiçeklenme ve bakla dolum döneminin ortasında kök ölçümleri yapmışlardır. Su eksikliğinin soyanın oransal kök dağılımını etkilemediği, toplam soya köklerinin yaklaşık %97'sini her iki su rejimi ve her iki örnekleme zamanında 0.23 m'lik yüzeyde olduğunu göstermiştir. Bitki gelişim dönemlerine bağlı olarak kök yüzey alanının kök ağırlığına oranı (AWR) soyada 3-7 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

**Hoogenboom ve ark (1987)**, soyada kullanılabilir su miktarı azaldıkça kök sisteminin derinleştiğini ortaya çıkarmışlardır. Araştırmacılar, toprağın 0.23 m'lik derinliğinde toplam kök yüzey alanının %58-70'inin toplam kök ağırlığının da %95-97'sinin bulunduğunu saptamışlardır.

**Karam ve ark. (2005)**, drenaj ve ağırlık lizimetrelerini kullanarak 2000 ve 2001 yıllarında çavdar çimini referans aldıkları çalışmada soya bitkisinin su tüketimini ölçmüşlerdir. Araştırmada R2 (tam çiçeklenme), R5 (tohum gelişimi), R7 (tohum olgunlaşması) ve büyüme ve gelişme dönemi tamamında (kontrol) tam sulama uygulanan konular esas alınmıştır. Araştırma sonunda ortalama bitki su tüketimi (ET<sub>c</sub>) drenaj lizimetresinde 2000 yılında toplam 140 günlük gelişme periyodu boyunca 800 mm, 2001 yılında ağırlıklı lizimetrede ise 138 günlük periyod boyunca 725 mm ölçülmüştür. K<sub>c</sub> değerleri V10 (ana gövde başlangıcında 10. boğum) döneminde 0.62'den bakla başlangıcında 1.0'e kadar yükselmiş, bakla olgunluğunda ise 0.81'e düştüğü belirlenmiştir. Gelişim parametreleri olarak değerlendirilen yaprak alan indeksi (YAI) ve kuru madde miktarı kısıtlı sulamanın neden olduğu su stresine karşı duyarlılık göstermiştir. Su stresinin gelişim parametreleri üzerine etkisi ilk gelişme döneminde belirgin iken, tohum olgunluğu döneminde bitkilerin stresi tolere etme yetenekleri azalmıştır. Lizimetredeki bitkilerin ortalama olarak toprak üstü aksamı 8.1 ton ha<sup>-1</sup>, tohum verimleri ise 3.5 t ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Ancak tarla koşullarında yeterince sulanan bitkilerde toprak üstü biyomas ve tohum verimi 7.3 ve 3.2 t ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol konusu ile karşılaştırıldığında R2 dönemindeki kısıtlı sulama toprak üstü biyomas ve tohum verimini %16 ve %4, R5 döneminde %6 ve %28 azaltmıştır. Su eksikliğine bağlı olarak R2 dönemin biyomasındaki önemli azalmanın boğum sayısındaki belirgin azalma ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. Ancak bu dönemdeki sınırlı sulama R5 döneminde %20 ve %10 azalırken R2 döneminde ne

tohum sayısını nede tohum ağırlığını önemli ölçüde ( $p < 0.01$ ) azaltmamıştır. Elde edilen sonuçlar R7 dönemindeki kısıtlı sulamanın diğer gelişme dönemindeki kısıtlı sulamalardan daha karlı olduğunu ve tohum sayısında ve tohum ağırlığında herhangi bir azalmaya neden olmadığını göstermiştir.

**Çömlekçioğlu ve Şimşek (2011)** kurak ve yarı kurak bölgelerde sürdürülebilir tarımsal üretimi etkileyen en önemli çevresel koşullardan birinin su kısıtlılığı olduğunu, vegetable soyanın da gelişme dönemlerinde su kısıtlılığına karşı çok duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, 2006 ve 2007 yıllarında yarı kurak koşullarda, soyanın verim ve verim bileşenleri üzerine su kısıtlılığının etkilerini araştırdıkları çalışmada, 4 günlük sulama aralıklarında kümülatif pan buharlaşmasının %33 ( $I_{33}$ ), %67 ( $I_{67}$ ), %100 ( $I_{100}$ ) ve %133 ( $I_{133}$ ) düzeylerinde sulama suyu uygulamışlardır. Deneme süresince  $I_{133}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{67}$  ve  $I_{33}$  konularına Toyocomachi çeşidi için sırasıyla 1058, 795, 533 ve 263 mm Toyohomere çeşidi için 1094, 823, 551 ve 272 mm sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek yeşil bakla verimi  $I_{133}$  konusunda 20.6 (Toyohomere) ve 29.1 ton ha<sup>-1</sup> (Toyocomachi) olarak 997 ve 922 mm'lik su tüketimi değerlerinde bulunmuştur. Verim tepki faktörü (ky)  $I_{100}$ ,  $I_{67}$  ve  $I_{33}$  uygulamalarında toyohomere için 2.17, 0.92 ve 0.59 olarak, toyohomere için ise 3.5, 0.61 ve 0.61 olarak hesaplanmıştır.

**Specht ve ark. (1989)**, üç farklı stres uygulamasının 6 farklı soya [*Glycine max* (L.) Merr.] çeşidine etkisini belirlemek amacıyla toprak-su eksikliği ve bitki gelişme döneminde duyarlılıkları yağmurlama sulama yöntemi kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada stres uygulamaları çiçeklenme (FL) ve bakla gelişimi (PD) dönemlerine kadar susuz, daha sonraki sulamalarda ise elverişli kapasitenin %50 ile %80 arasında olduğunda sulama yapılması esas alınmıştır. Diğer uygulamada ise sulamalar tüm sulama döneminde elverişli kapasitenin belirtilen oranlarında (IS) yürütülmüştür. Denemenin ilk yılında IS (tüm mevsim elverişli kapasitenin %50-%80'i), FL ve PD uygulamalarından elde edilen verim değerleri arasında birbirinden fark olmadığı (sırasıyla 4.08, 4.08 ve 4.04 Mg ha<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Uygulamalardan elde edilen verimleri sulanmayan (NI) konudan elde edilen verimin (2.29 Mg ha<sup>-1</sup>) yaklaşık iki katı olduğu saptanmıştır. İkinci yılda IS, FL ve PD uygulamalarının verim (2.05, 2.05 ve 2.22 Mg ha<sup>-1</sup>) üzerine belirgin bir etkisi ortaya çıkmamıştır. Ancak ikinci yıl

bitki popülasyonu ve kısa gelişim dönemi nedeniyle su-verim tepkisi düşük çıkmış ve sulanmayan ( $1.90 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) konu ile oransal olarak bir fark saptanamamıştır.

Soya bitkisinde en yüksek verim bitki su tüketimi (ETm) 450-700 mm olduğu zaman gerçekleşir. Büyüme periyodunun uzunluğu ve iklime bağlı olarak bitkinin kc katsayısı başlangıç döneminde (20-25 gün) 0.3-0.4, gelişme döneminde (25-30 gün) 0.7-0.8, sezon ortası döneminde (45-65 gün) 1-1.15, sezon sonuna doğru (20-30 gün) 0.7-0.8 ve hasatta 0.4-0.5 olarak değişmektedir (**Doorenbos ve Kassam, 1979**)

**Ünlü ve ark. (2010)**, lizimetre koşullarında yaptıkları araştırmada soyanın bitki su tüketimini mikro meteorolojik (Bowen ratio energy balance) yöntemini kullanarak 354 ve 405 mm (kümülatif ET) olarak saptamışlardır.

**Sincik ve ark. (2008)**, yarı nemli Bursa koşullarında, 2005-2006 yıllarında killi toprakta, soya bitkisinin Nova çeşidinde farklı sulama düzeylerinin bitki su gereksinimi ve verim özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada sulama düzeyleri; tam sulama ( $T_1$ ), susuz konu ( $T_5$ ) ve tam sulamanın %25'i ( $T_2$ ), %50'si ( $T_3$ ) ve %75'i ( $T_4$ ) olarak ele alınmıştır. Susuz ve tüm kısıtlı sulama uygulamalarında biomass, tohum verimi ve verim bileşenleri önemli ölçüde azalmıştır. Tam sulama uygulamasında ( $T_1$ ) en yüksek verim ( $3760 \text{ kg ha}^{-1}$ ) elde edilirken sulanmayan  $T_5$  konusunda en düşük verim ( $2069 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ve %45 daha az tohum verimi elde edilmiştir.  $T_2$ ,  $T_3$  ve  $T_4$  konularındaki verim değerleri  $T_1$ 'e göre %11.7 ile %27.4 daha az verimin elde edilmesine neden olmuştur. Hasat indeksi sulama uygulamaları arasında küçük ve düzensiz varyasyonlar göstermiştir. Hem bitki başına yaprak alanı hem de yaprak alan indeksi (YAI) sulama suyu miktarındaki azalışa bağlı olarak tüm gelişme dönemlerinde önemli ölçüde azalmıştır. Bitki su tüketimi (Et) sulama suyu miktarındaki artışlara bağlı olarak artmıştır. Sulama suyu miktarları arttıkça hem su kullanma etkinliği (WUE) hem de sulama suyu kullanma etkinliği (IWUE) azalmış ve en yüksek verim yüksek sulama miktarlarından elde edilmiştir.

Araştırmalar soya veriminin kullanılabilir suyun miktarına, gübrelemeye ve sıra aralığına bağlı olarak geniş ölçüde değişebildiğini göstermektedir. Yağmurlu koşullarda soya veriminin  $1.5-2.5 \text{ ton ha}^{-1}$  arasında, yüksek verimli çeşitlerin sulama ile verimlerinin  $2.5-3.5 \text{ ton ha}^{-1}$  arasında değiştiği ortaya konulmuştur. Tohum nemi %6-10

arasında iken su kullanım etkinliği (WUE) 0.4-0.7 kg m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Tohumların yağ ve protein içerikleri üzerine sulamanın etkisinin çok düşük olduğu, ancak yeterli miktarda su var ise yağ içeriğinde de hafif bir artma eğilimi ortaya çıktığı belirlenmiştir (**Doorenbos ve Kassam, 1979**).

**Söğüt (2005)**, bakteri aşılama ve azotlu gübrenin soya [*Glycine max.* (L.) Merrill]'da verim ve verim özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla; farklı olgunlaşma grubundan (II, III ve IV) 6 soya çeşidi, 2002 ve 2003 yıllarında, buğday hasadı sonrası ikinci ürün olarak, *Bradyrhizobium japonicum* bakterisi ihtiva etmeyen killi tınlı toprakta yetiştirilmiştir. Deneme, ana parsellerde aşılı ve aşısız, alt parsellerde ise çeşitler olacak şekilde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bakteri ile aşılanan tohumlardan gelişen bitkilerin, bitki boyu, meyve sayısı, 100 tane ağırlığı, hasat indeksi ve tohum veriminin, azotlu gübre uygulanan çeşitlere göre daha yüksek olduğu, ayrıca çeşit ile aşılama arasındaki interaksiyona göre, aşılamanın özellikle CF 492 ve Williams 79 gibi daha geç olgunlaşan çeşitlerin verimleri üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir

**Yaman ve Cinsoy (1997)**, bakteri aşılaması ile farklı zaman ve dozlarda azotlu gübre uygulamasının Amsoy-71 soya çeşidinde iki yıl yürütülen tarla denemesinde, azotlu-aşısız, azotlu-aşılı, azotsuz-aşılı ve azotsuz-aşısız faktörlerden oluşan konular incelenmiştir. Çalışmada verim ve bitkide tane ağırlığı üzerine bakteri aşılamasıyla birlikte ekimde 2.5 kg da<sup>-1</sup> saf azot uygulamasının etkisi, ek azotlu gübrenin etkisinden farksız bulunmuştur.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma Alanı Özellikleri

Araştırma, Doğu Akdeniz Bölgesinde Hatay İli sınırlarında yer alan ProGen Tohum A.Ş.'ye ait araştırma alanında yürütülmüştür. Araştırma alanı, Amik Ovası'nda denizden yaklaşık 100 m yükseklikte bulunmaktadır. Araştırma alanının toprak özellikleri hemen hemen düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Araştırma parseli yetiştiricilik açısından uygun ve drenaj sorunu bulunmamaktadır.



Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünümü

##### 3.1.2. Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Bozulmuş toprak örnekleri, araziye temsil edecek şekilde 3 ayrı noktadan Hollanda tipi burgu yardımıyla 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm derinliklerden alınarak paçal karışım oluşturulmuştur

Çizelge 3.1. Araştırma Alanı Topraklarına İlişkin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikler

| Derinlik<br>(cm) | Kum<br>(%) | Silt<br>(%) | Kil<br>(%) | Bünye<br>Sınıfı | pH   | ECe<br>( $\mu\text{mhos/cm}$ ) | CaCO <sub>3</sub><br>(%) | Azot<br>(%) | Organik<br>Mad.<br>(%) | TK<br>(%) | SN<br>(%) | As<br>(g cm <sup>-3</sup> ) |
|------------------|------------|-------------|------------|-----------------|------|--------------------------------|--------------------------|-------------|------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 0-30             | 59.52      | 15.28       | 25.2       | SiCL            | 7.55 | 1124                           | 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                       |

TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, As: Hacim ağırlığı, ECe: Toprak süzüğü elektriksel iletkenliği

### 3.1.3. İklim Özellikleri

Deneme alanı Akdeniz iklim kuşağının içerisinde yer almaktadır. Bilindiği gibi, Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak; kışlar ılık ve yağışlıdır. Yörenin uzun yıllık iklim verileri, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Serinyol Gözlem İstasyonu'ndan sağlanmıştır (Çizelge 3.2.). Anılan çizelgeden de anlaşılacağı gibi, uzun yıllık (1945-2006) iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 20 °C'dir. Yılın 8.2 °C ile en soğuk ayı Ocak; en sıcak ayı ise 29.1 °C ile Ağustos'tur. Yağış, oransal nem, hava ve toprak sıcaklıkları, rüzgar hızı ve güneşlenme süreleri deneme alanına yeni kurulan (2013) meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 3.3.). Kurulan meteoroloji istasyonundan alınan yağış verilerine göre 2013 Temmuz ayından 2014 Nisan ayına kadar düşen yağış miktarı yaklaşık 500 mm olup, bölge son derece kurak bir yıl geçirmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanına en yakın Serinyol İklim İstasyonu'nun uzun yıllık ortalama iklimsel veriler (1945-2006)

| İklim Ögeleri      | O    | Ş    | M    | N    | M    | H    | T    | A    | E    | E    | K    | A    |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 |
| 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 |
| 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 |

Çizelge 3.3. Deneme yılına (2013) ilişkin iklim verileri

| İklim Ögeleri                        | 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 <sup>-2</sup> ) | 273.5 | 313.6   | 293    | 266     | 212   |
| Rüzgar Hızı (km h <sup>-1</sup> )    | 11.3  | 17.6    | 5.72   | 7.45    | 4.43  |
| Toprak sıcaklığı (°C)                | 15.0  | 23.7    | 30     | 30      | 26.8  |

### 3.1.4. Bitki

Soya kazık köklü bir bitkidir ve ana köke bağlı olarak ayrıca kuvvetli bir saçak kök sistemine de sahiptir. Kökleri 150-200 cm derinliğe kadar ulaşabilse de, genellikle 60-70 cm derinlikte yoğunlaşırlar. Çeşide ve bitki boyuna göre değişmek üzere 10-15 boğumdan oluşan soya sapsarı dik ve sert yapıda olup, üzeri sık tüylerle kaplıdır. Bitki

boyu; çeşide, ekim zamanına ve bakım şartlarına bağlı olarak 60-150 cm arasında değişebilir. Soya baklaları 3-5 cm uzunlukta ve 1 cm kalınlıkta olup, hafif boğumlu ve tüylüdür. İçlerinde genellikle 2-4 tohum bulunur. Soya tohumları yassı ya da yuvarlak şekillidir. Tohum kabuğu rengi ise sarı veya kahverenginin değişik tonlarındadır. Tohum iriliği çeşide ve yetiştirme şartlarına göre değişebilir Tanelerde protein oranı % 40-45 ve yağ oranı da % 18-22 arasında değişir (Anonim, 2014c). Denemede Bravo soya çeşidi kullanılmış ve çeşide ilişkin özellikler Çizelge 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Soya fasülyesi bitkisinden genel bir görünüm

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan Bravo çeşidinin özellikleri

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

### 3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması

Denemede kullanılacak su, deneme alanına yaklaşık 50 m mesafede açılan kuyudan sağlanmıştır. Araştırma alanına ana boru ve laterallerle dağıtılmıştır. Söz konusu kuyu sularının daha önce kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla sulama mevsiminde farklı zamanlarda örnekler alınmış ve yapılan analizlerde sulama suyu kalitesinin  $C_2S_1$  sınıfında olduğu belirlenmiştir.

### 3.1.6. Sulama Yöntemi ve Sistem Özellikleri

Denemede kuyunun hemen yanına kurulmuş olan denetim biriminde hidrosiklon, elek filtre, gübre tankı, su sayacı ve manometreler kullanılmıştır. Araştırmanın yapıldığı parselde her bir konunun sonuna plastik mini vanalar yerleştirilerek, lateral hatlarının ayrı ayrı denetimi sağlanmıştır. Sistemde her biri  $1.8 \text{ lt h}^{-1}$  debili, damlatıcı aralığı 40 cm olan ve bitki gövdesinin sağ tarafında olmak üzere damla sulama lateralleri kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Damla sulama sisteminin denetim birimleri (Elek filtre, hidrosiklon, su sayaçları ve manometreler)

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri, araziye temsil edecek şekilde 3 ayrı noktadan burgu yardımıyla 0-30, 30-60,

60-90 ve 90-120 cm derinliklerden alınarak karıştırılmıştır. Elde edilen karışımdan deneme alanı toprağının özellikleri belirlenmiştir. Bozulmamış toprak örnekleri ise deneme alanını temsil edecek bir noktada açılan profil çukurundan, hacmi belli silindirler yardımı ile alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Deneme alanı toprağının hacim ağırlığının belirlenmesi işlemi

### 3.2.2. Deneme Konularının Oluşturulması

Denemede soya bitkisinin farklı düzeylerde sulama suyuna tepkilerini belirlemek amacıyla parsellere değişik miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Deneme faktöriyel ( $2^2$ ) deneme desenine göre bakteri aşılı bitkilerde 5 farklı sulama düzeyi yapılacak şekilde konumlandırılmıştır. Her uygulamada 3 tekerrür, her tekerrür 15 metre olacak şekilde düzenlenmiştir (Şekil 3.7). Bitkiler sıra arası 70 cm sıra üzeri 50 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Bu durumda her tekerrürde 300 bitki olması planlanmıştır. Denemede sulama konuları eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi için gerekli suyun parsellere uygulanması şeklinde gerçekleşmiştir. Buna göre  $I_1$  konusuna elverişli kapasitenin %25'i,  $I_2$  konusuna %50'si,  $I_3$  konusuna %75'i,  $I_4$  konusuna %100'ü ve  $I_5$  konusuna %125'i verilmiştir. Denemede ilk sulamaya elverişli kapasitenin %50'si

tüketildiğinde başlanmıştır. Denemede toplam 10 defa 7 günlük aralıklarla sulama yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde, 90 cm toprak derinliği dikkate alınmıştır. Ekimden önce deneme alanına  $7.5 \text{ kg da}^{-1}$  N,  $7.5 \text{ kg da}^{-1}$  P ve  $7.5 \text{ kg da}^{-1}$  K gübreleri uygulanmıştır.

Bakteri aşılması serin bir yerde tutulan 1 kg toz bakterinin (*Bradyrhizobium Japonicum*) 100 kg soya tohumu üzerine serpilip karıştırılmasıyla yapılmıştır (Şekil 3.5 ).



Şekil 3.5. Soya tohumlarının bakteri ile aşılama işlemi



Şekil 3.6. Deneme konularının bulunduğu alandan bir görünüm



### 3.2.3. Toprak Nem İçeriğinin Belirlenmesi ve Kalibrasyonu

Çalışmanın başlangıcında araştırma alanını temsil edebilecek düzeyde nem örnekleme yapılmıştır. Yaklaşık 7-8 günlük aralıklarla yapılan nem örnekleme ile toprak nem içeriğinin konulara ve zamana bağlı değişimi izlenmiştir. Nem örneklere önceden belirlenmiş ve kenar etkisine maruz kalmayacak gözlem noktalarında gravimetrik yöntem (burgu yardımıyla) ve mobi-check cihazı ile yapılmıştır. Örnekleme noktaları damlatıcıdan yaklaşık 15-20 cm uzaklıktan alınmıştır. Deneme ncesi yapılan kalibrasyon ölçümlerinde Mobi Check aleti ile toprak nem içeriği arasında  $y=0.5439x+31.898$  ( $x$ =sayım değeri,  $y$ =toprak nem içeriği (mm),  $R^2=0.89^{**}$ ) biçiminde regresyon katsayısı yüksek doğrusal ilişki elde edilmiştir.



şekil 3.8. Toprak nem içeriğinin burgu yöntemiyle belirlenmesi



Şekil 3.9. Moby Check aletinin deneme alanına yerleştirilmesi

### 3.2.4. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Bitki su tüketimi, toprak-su bütçesi eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir (Garrity ve ark., 1992; James, 1988).

$$Et = I + R - Dp - R_o \pm \Delta S$$

Eşitlikte;  $Et$ : Bitki su tüketimi (mm),  $I$ : Uygulanan sulama suyu miktarı (mm),  $R$ : Düşen yağış (mm),  $Dp$ : Drenaj miktarı (mm),  $R_o$ : Yüzey akış miktarıdır (mm)  $\Delta S$ : İki toprak nemi ölçümü arasındaki değişimi (mm) ifade etmektedir. Denemede derine sızma miktarları sulamadan 1 gün sonra Moby-Check cihazıyla yapılan nem örneklemeleri kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.2.5. Su-Verim Fonksiyonu ( $K_y$ )

Bitkisel verim ile su tüketimi (evapotranspirasyon) veya sulama suyu arasındaki ilişkiler (bitki üretim fonksiyonları), Stewart ve ark., (1976) ve Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından geliştirilen eşitlikler yoluyla belirlenmiştir. Söz konusu eşitlikler oransal su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

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

Bu eşitlikte,  $Y_a$ = gerçek verim ( $\text{kg da}^{-1}$ ),  $Y_m$ =maksimum verim ( $\text{kg da}^{-1}$ ),  $ET_a$ =mevsimlik gerçek su tüketimi (mm),  $ET_m$ =mevsimlik maksimum su tüketimi (mm),  $k_y$ =verim tepki etmenini göstermektedir. Çalışmada, parsellerden elde edilen verim ile mevsimlik su tüketimleri arasındaki ilişkiler regresyon yöntemi ile belirlenmiştir.

### **3.2.6. Su Kullanım Etkinliği**

Su kullanım etkinliği aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

$$WUE=Y/E_t$$

Burada;  $WUE$  = Su kullanma randımanı ( $\text{kg m}^{-3}$ ),  $E_t$  = Evapotranspirasyon (mm),  $Y$  = Uygulamalardan elde edilen soya verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ). Sulamanın etkisini belirlemek için sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) aşağıdaki eşitlikte hesaplanmıştır.

$$IWUE=Y/I$$

Burada;  $IWUE$  = Sulama suyu kullanma randımanı ( $\text{kg/m}^3$ ),  $Y$  = Konulardan elde edilen verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ),  $I$  = Uygulanan sulama suyu miktarı (mm).

### **3.2.7 Verim ve verim parametreleri**

#### **3.2.7.1. Dane Verimi**

Her tekerrürde  $14 \text{ m}^2$ 'lik alandan hasat edilen ve tartılan bitkiler harman edildikten sonra elde edilen tane ürünü tartılmış, daha sonra bu veriler dekara çevrilmiştir.

#### **3.2.7.2. 1000 Dane Ağırlığı**

Her parselde  $14 \text{ m}^2$ 'lik alandan elde edilen tane ürününden 4 adet 100 tohum sayıldıktan sonra tartılmış, elde edilen toplam 4'e bölünüp 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır

### 3.2.8. Yağ ve Protein Oranlarının Belirlenmesi

Her parselde 14 m<sup>2</sup>'lik alandan hasat edilen bitkilerden elde edilen tohum örneklerinin yağ ve protein oranı, ProGen Tohum A.Ş. de bulunan NIT (Near Infrared Transmittance) cihazıyla belirlenmiştir.

### 3.2.9. Bitkide Azot Analizleri

Bitkinin vegetatif aksamında yapılan azot analizlerinde Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Yöntem, azot içeren örneğin belli bir miktarının H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile yakılarak içindeki tüm azotun (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'a dönüştürülmesi, çözeltinin bazikleştirilmesi ve açığa çıkan NH<sub>3</sub>'ün damıtılıp standart bir asit çözeltisi içinde toplandıktan sonra nötrleşmeyen fazla asit miktarının titrasyonla saptanmasına dayanmaktadır (MEGEP, 2007). Yöntemin temel amacı topraktaki ya da bitkideki serbest azotun amonyum iyonuna çevrilmesidir.



Şekil 3.10. Bitkide yapılan azot analizi çalışmalarından bir görünüm

### 3.2.10. Vegetatif Özelliklerin Belirlenmesi

**Bitki boyu;** Deneme süresince çiçeklenme döneminden hasata kadar her 10 günde bir tüm konu ve tekerrürlerden tesadüfi olarak belirlenen 10 adet bitkide boy ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde toprak seviyesinden bitkinin en ucundaki boğuma kadar olan mesafe dikkate alınmıştır.

**Kuru madde miktarı (biyomas);** Çiçeklenme döneminde (15 Temmuz 2013) ve hasat döneminde olmak üzere 2 kez biyomas örnekleme yapılmıştır. Örneklemede her tekerrüden 0.50 m uzunluğundaki alandaki bitkiler kesilerek önce yaş ağırlıkları daha sonra yaprak ve gövde kısımları ayrılarak 65 °C’ de 24 saat etüvde bekletilmiş ve kuru madde miktarları ayrı ayrı tartılmıştır. Hasat dönemindeki biyomas örneklemeinde bitki yaprakları kuruduğu ve döküldüğü için yine aynı uzunluktan (0.50 m) alınan örneklerin sadece kuru madde miktarları belirlenmiştir.

**Çiçek ve bakla sayısı;** Biyomas örnekleme için alınan bitkilerin çiçek ve bakla sayıları belirlenerek elde edilen sonuçlar dekara çevrilmiş ve istatistiksel analize tabii tutulmuştur.

### 3.2.11. Bitki Fizyolojisine İlişkin Ölçümler

Soya yapraklarında stoma iletkenliği porometre (Model SC-1. LPS0881) aleti ile, klorofil değerleri ise Minolta SPAD 502 aleti ile ölçülmüştür. Ölçümler her bir parselin ortasında seçilen iki bitki üzerinde güneşi gören tam gelişmiş üst iki yapraktan açık hava koşullarında 12:00-14:00 saatleri arasında haftada bir defa yapılmıştır. Her okuma öncesi porometre aletinin kalibrasyonu, standart kalibrasyon kağıtları kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.11. Porometre ölçümleri



Şekil 3.12. Klorofilmetre

### **3.2.12. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi**

Denemeden elde edilen veriler SPSS 18.0 istatistik paket bilgisayar programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar Duncan Testi ile % 5 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır (**Yurtsever, 1984**). Aşı ve sulama uygulamalarının incelenen özellikler üzerine etkileri regrasyon analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır.

## 4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Sulama Suyu Sonuçları

Araştırma süresince 7 gün aralıklarla toplam 10 kez sulama yapılmıştır. Sulama uygulamaları 25.06.2013 tarihinde başlamış 28.08.2013 tarihinde bitirilmiştir. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. İlk sulama elverişli kapasitenin %50’si tüketildiğinde, diğer sulamalar elverişli kapasitenin %40-50’si tüketildiğinde yapılmıştır. Sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde tam sulama konusundaki eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi esas alınmıştır. I<sub>100</sub> konusuna uygulanan suyun %100’ü, I<sub>75</sub> konusuna %75’i, I<sub>50</sub> konusuna %50’si, I<sub>25</sub> konusuna %25’i uygulanmıştır. I<sub>125</sub> konusuna ise aşırı sulamayı temsil etmesi açısından I<sub>100</sub> konusuna uygulanan suyun %25 fazlası uygulanmıştır. Deneme süresince arazide bulunan meteoroloji istasyonundan alınan kayıtlara göre deneme alanına yağış düşmediği belirlenmiştir. Deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarları 201.54 mm ile 807.12 mm arasında değişmiştir. Gereksinim duyulan sulama suyu miktarı farklı araştırmalarda farklı düzeylerde bulunmuştur. **Candoğan (2009)**, Bursa koşullarında sulama suyu miktarlarını en yüksek 663.1 mm ve en düşük 456.2 mm olarak saptamıştır. Araştırmanın ilk yılında 11, ikinci yılında 10 sulama yapılmış tam sulama konusu yıllar arasında farklılık göstermiş ve ortalama 581.4 mm (1.yıl)-663.1 mm (2.yıl) sulama suyu uygulanmıştır. **Çömlekçioğlu ve Şimşek (2011)**, yarı kurak koşullarda class A Pan kabından oluşan buharlaşmanın %33, %67, %100 ve %133’ü oranını uyguladıkları araştırmada, sulama suyu miktarlarını Toyocomachi ve Toyohomere çeşitleri için sırasıyla 1058-263 mm ve 1094-272 mm olarak belirlemişlerdir. Araştırmalar genelde sulama ihtiyacının ikinci ürün soyada arttığını, ancak son yıllarda yaşanan iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşen yağış azlığı nedeniyle kış mevsiminde toprakta suyun depolanma miktarının geçmiş yıllara göre daha az olmasına neden olduğunu göstermektedir. Bu durum, sadece ikinci ürün soyada değil aynı zamanda ilk üründe de sulamayı zorunlu kılmaktadır. İyi bir kök gelişiminin sağlanması için etkili kök derinliğinde (90 cm) tutulan suyun en az %50 ve en yüksek %85 düzeyinde olması gerekmektedir. Sulama suyu gereksinimi belirlenmesinde iklim koşulları, çeşit ve sulama yöntemi ve stratejisi önem kazanmaktadır (**Tülücü, 2003**).

Çizelge 4.1. Denemede ölçülen sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve su kullanım etkinlikleri değerleri

| Sd               | Sulama suyu miktarı (mm) | Et (mm) |        | WUE (kgda mm <sup>-1</sup> ) |      | IWUE (kgda mm <sup>-1</sup> ) |      |
|------------------|--------------------------|---------|--------|------------------------------|------|-------------------------------|------|
|                  |                          | Aş      | Aşz    | Aş                           | Aşz  | Aş                            | Aşz  |
| I <sub>25</sub>  | 201.54                   | 253.51  | 319.04 | 0.82                         | 0.59 | 1.03                          | 0.94 |
| I <sub>50</sub>  | 352.94                   | 335.29  | 476.54 | 0.93                         | 0.59 | 0.88                          | 0.80 |
| I <sub>75</sub>  | 504.33                   | 550.50  | 558.17 | 0.75                         | 0.70 | 0.81                          | 0.77 |
| I <sub>100</sub> | 655.72                   | 689.23  | 644.23 | 0.62                         | 0.70 | 0.65                          | 0.69 |
| I <sub>125</sub> | 807.12                   | 781.71  | 778.41 | 0.57                         | 0.63 | 0.55                          | 0.61 |

Sd: sulama düzeyi, Aş: aşılı soya, Aşz: aşısız soya

## 4.2. Bitki Su Tüketimi (Et) Sonuçları

Deneme süresince sulama düzeylerine bağlı olarak gerçekleşen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Aşılı uygulamada en fazla su tüketimi I<sub>125</sub> sulama düzeyinde 781.71 mm olarak, aşısız uygulamada ise 778.41 mm olarak ölçülmüştür. Su tüketimleri sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir. Aşılı uygulamalarda I<sub>100</sub> uygulaması esas alındığında su tüketim miktarları I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub> sulama düzeylerinde sırasıyla %20.12, %51.35 ve %63.21 oranında azalırken I<sub>125</sub> sulama düzeyinde %13.46 oranında artmıştır. Benzer şekilde aşısız uygulamalarda azalma miktarları (I<sub>100</sub> konusu esas alındığında) sırasıyla %13.35 (I<sub>75</sub>), %26.02 (I<sub>50</sub>), %50.47 (I<sub>25</sub>) oranında azalmış, I<sub>125</sub> sulama düzeyinde %17.23 oranında artmıştır.

Farklı iklim bölgelerinde yapılan araştırmalarda bitki su tüketimi değerlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. **Kanamasu (1979)**, optimum verim için mevsimlik su tüketimi değerinin 380-730 mm arasında değiştiğini, en yüksek günlük su tüketiminin 8-9 mm arasında olduğunu, **Rosadi ve ark. (2005)**, mevsimlik bitki su tüketimini 372 mm olarak ölçüldüğünü belirtmişlerdir. **Cox ve Jolliff (1986)**, soya fasulyesinin uzun süren kuraklığa dayanım gösteremediğini, bitki su tüketiminin tam sulama konusuna göre kısıntılı sulama ve susuz koşullarda, sırasıyla %17 ve %68 daha az ölçüldüğünü saptamışlardır. **Ünlü ve ark. (2010)**, lizimetre ve mikro meteorolojik yöntemler ile soyanın bitki su tüketimini sırasıyla 354 ve 405 mm olarak saptamışlardır. **Karam ve ark. (2005)**, yarı kurak iklim koşulunda yürüttükleri iki yıllık araştırmada, ekimden hasada kadar 139 günlük dönemde lizimetre ile bitki su tüketimini ilk yıl 720 mm ve ikinci yıl 652 mm (ortalama 762.5 mm) olarak ölçmüşlerdir. Araştırmada

yığışimli ve ortalama günlük su tüketimleri vejetatif gelişme döneminde 294 mm ve 4.3 mm gün<sup>-1</sup>, tam çiçeklenmeden bakla başlangıcına kadar 170 mm ve 8.0 mm gün<sup>-1</sup>, tam bakladan tam olgunlaşmaya kadar 299 mm ve 5.9 mm gün<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Amik Ovası'nda daha önce yapılan bir araştırmada mevsimlik bitki su tüketimi 396 mm, en yüksek aylık su tüketimi ise 185.5 mm ile Ağustos ayında belirlenmiştir. Araştırmalardan elde edilen sonuçların birbirlerinden farklı olmasındaki en temel neden, araştırmaların yapıldığı bölgelerin iklim, toprak ve bitki çeşitlerindeki farklılıklardır. Hatta aynı iklimsel özelliklere sahip alanlarda dahi yıllara bağlı olarak değişen sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi iklim öğeleri bitki su tüketimi üzerinde önemli değişikliklere neden olduğu çok sayıda araştırmada belirtilmektedir.

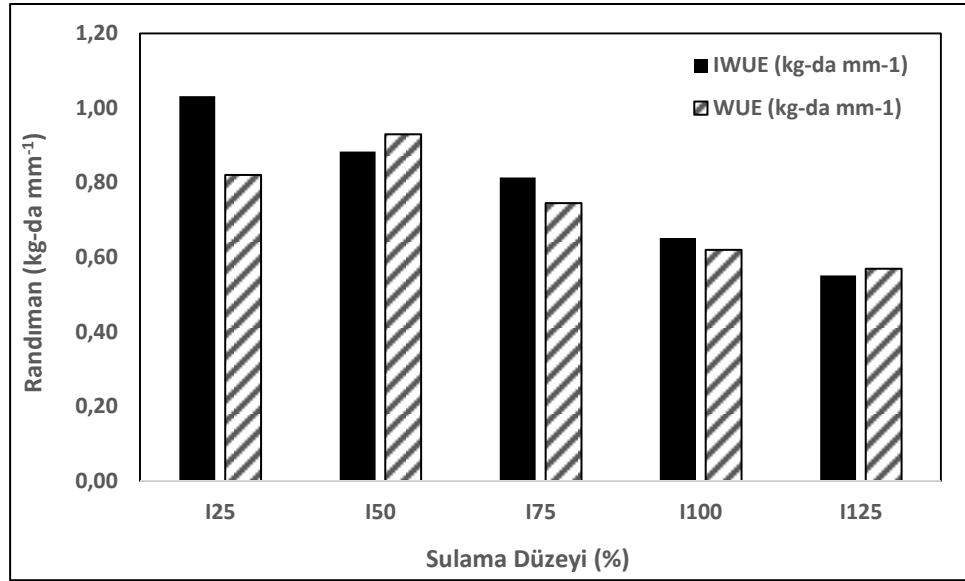
### 4.3. Su-Verim fonksiyonu (Ky)

Bitki su verim fonksiyonu (Ky), bitki su tüketimi-dane verimi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli bulunmasından sonra mevsimlik olarak hesaplanmış ve aşılı uygulamada 0.63 ( $p<0.05$ ), aşısız uygulamada 0.99 ( $p<0.01$ ) ortalama 0.81 ( $p<0.01$ ) olarak hesaplanmıştır. **Candoğan (2009)**, ky değerini mevsimlik olarak 1.18 ile 1.24 arasında, vejetatif, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane oluşum dönemlerinde ise sırasıyla 0.35-0.41, 1.07-1.19, 1.28-1.34 ve 1.74-2.21 arasında değiştiğini belirtmiştir. Amik Ovası'nda daha önce **Güler (1990)** tarafından yapılan araştırmada, tüm gelişme döneminde uygulanan su kısıntısında ky değerini 1.02 olarak belirlemişlerdir. Çukurovada yürütülen bir araştırmada ise çiçeklenme ile bakla gelişimi ve dolumu dönemlerine karşı, vejetatif dönemde oransal verim azalışının daha fazla olduğunu ve vejetatif gelişme döneminde ky 0.58, çiçeklenme döneminde 1.13, bakla gelişim ve dolumu döneminde ise 1.76 bulunmuştur. **Doorenbos ve Kassam (1979)**, ky değerini toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme, çiçeklenme ve tane oluşum dönemleri için sırasıyla 0.2, 0.8 ve 1.0 olarak belirlemişlerdir.

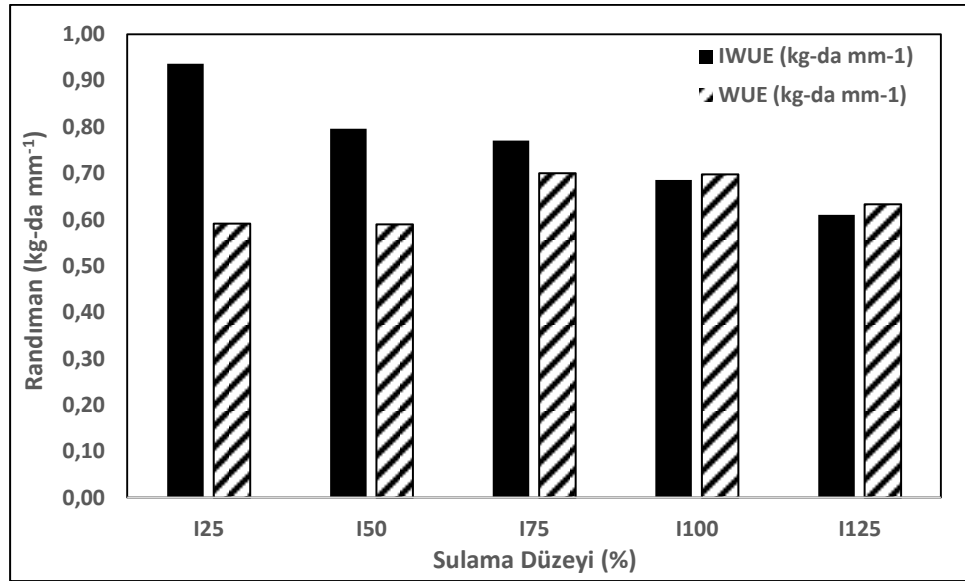
### 4.4. Su Kullanım Etkinliği (WUE)

Araştırma konularına ilişkin sulama suyu (IWUE) ve toplam su kullanma (WUE) etkinlikleri bakteri aşılaman ve bakteri aşılınmayan konulara göre hesaplanmıştır. Şekil 4.1 incelendiğinde aşılı konularda IWUE değeri en yüksek I<sub>25</sub> konusunda

hesaplanmıştır.  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  konularındaki IWUE değerleri yaklaşık olarak aynı düzeyde hesaplanmıştır. En düşük IWUE ve WUE değerleri  $I_{125}$  konusunda bulunmuştur.



Şekil 4.1. Aşılı konudaki sulama suyu ve toplam su kullanma randımanları



Şekil 4.2. Aşısız konudaki sulama suyu ve toplam su kullanma randımanları

Aşısız konulardaki IWUE değerleri incelendiğinde en yüksek değer  $I_{25}$  konusunda ( $0.94 \text{ kg-da mm}^{-1}$ ), en düşük değer de  $I_{125}$  konusunda ( $0.61 \text{ kg-da mm}^{-1}$ ) gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.2.).  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  konularındaki IWUE değerleri ise, sırasıyla  $0.69$  ve  $0.61 \text{ kg-da mm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Aşısız konuların WUE değerlerinde en yüksek ve en düşük değerler,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$  ve  $I_{50}$  sulama düzeylerinde

görülmüştür. **Sincik ve ark. (2008)** tarafından yapılan çalışmada sulama suyu miktarları arttıkça hem WUE hem de IWUE azalmış ve en yüksek tane verimi tam sulama uygulamasından (3760 kg ha<sup>-1</sup>), en düşük tane verimi sulanmayan konudan (2069 kg ha<sup>-1</sup>) elde edilmiş ve su eksikliği tohum verimini %45 azaltmıştır

#### **4.5. Verim ve Verim Parametrelerine İlişkin Sonuçlar**

Araştırmada, aşı uygulamalarının ve sulama düzeylerinin soyanın tane verimi, 1000 dane ağırlığı, bakla sayısı, yağ oranı, protein oranı, kuru madde miktarı ve çiçek sayısı özelliklerine etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar varyans analiz tablosu olarak Çizelge 4.4.'de, incelenen özelliklerin ortalama değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre sulama düzeyleri tane verimi ( $p<0.001$ ), 1000 dane ağırlığı ( $p<0.05$ ), yağ oranı ( $p<0.05$ ), protein oranı ( $p<0.001$ ), çiçeklenme dönemindeki ve hasattaki kuru madde miktarlarına ( $p<0.01$ ) istatistiksel olarak farklı düzeylerde etkili olurken, çiçeklenme dönemindeki bakla ve çiçek sayısına etkisi görülmemiştir. Aşı uygulaması sadece çiçek sayısı üzerine etkili olmuştur ( $p<0.01$ ). Aşı ve sulama düzeyinin birlikte etkisi (*aşı x sulama düzeyi interaksyonu*) verim parametrelerine etkili olmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tane verimi** değerleri aşılı uygulamada 218.90-468.27 kg da<sup>-1</sup> arasında, aşısız uygulamada ise 198.50-518 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En yüksek verim (518.73 kg da<sup>-1</sup>) aşısız konuların I<sub>125</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Verim değerleri sulama düzeylerine bağlı olarak; aşılı soyada 3, aşısız soyada 4 farklı grup oluşturmuştur. Aşılı soyada I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeyleri, aşısız soyada I<sub>75</sub> ve I<sub>100</sub> sulama düzeylerinin aynı grupta yer almıştır. Aşılı ve aşısız soyanın ortalama verimleri arasında istatistiksel olarak farklılık saptanamamıştır ( $p<0.05$ ). Aşılı ve aşısız uygulamalarda I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinin ortalama verimleri ve grupları 208.73 (a), 311.93 (b), 420.45 (c), 461.18 (cd), 493.50 (d) şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4.).

**1000 dane ağırlığı** istatistiksel olarak bakteri aşılamaından etkilenmezken sulama düzeylerinden etkilenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.4.). En yüksek 1000 dane ağırlığı, aşılı uygulamada I<sub>100</sub>, aşısız uygulamada I<sub>125</sub> sulama düzeyinde elde edilmiştir (Çizelge 4.2.). Sulama düzeyi arttıkça 1000 dane ağırlığı genel olarak artmıştır. Fakat

hem aşılı hem aşısız konuların I<sub>75</sub> sulama düzeyinde bir azalış görülmüştür. Aşısız konunun ortalama 1000 dane ağırlığının, aşılı konuya göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Aşılı ve aşısız soyanın ortalama 1000 dane ağırlıkları I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinde sırasıyla 144.89 (a), 165.26 (abc), 152.15 (ab), 184.30 (bc) ve 187.92 (c) gr olarak belirlenmiştir.

Dünya genelinde tüketilen bitkisel **yağların** %30-35'i soya bitkisinden elde edilmektedir (**Mounts ve ark., 1987**). Türkiye'de tarımı yapılan yağlı tohumlar başta ayçiçeği olmak üzere pamuk ve soya'dır (**Anonim, 2013**). Denemede aşılamanın ve sulama düzeylerinin yağ içeriğine etkisi belirlemek amacıyla NIT cihazında yapılan ölçümlerden elde edilen değerler Çizelge 4.2.'de verilmiştir. İstatistiksel analizlerde yağ içeriğine aşı uygulamasının etkisi önemsiz, sulama düzeylerinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.4.). Aşılı ve aşısız uygulamaların ortalama değerleri incelendiğinde sulama düzeylerinin 3 farklı grup oluşturduğu belirlenmiştir. I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> sulama düzeyleri bir grupta yer alırken, I<sub>25</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeyleri farklı bir grupta yer almıştır.

Soya **protein içeriği** açısından önemli bir bitkidir (**FAO, 1979**). Aşı ve sulama düzeylerinin soyanın protein içeriğine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerde elde edilen değerler Çizelge 4.2.'de, uygulamaların istatistiksel değerlendirme sonuçları ise Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, protein oranına *aşı ve sulama düzeyi x aşılı interaksyonunun* istatistiksel olarak etkisinin önemli olmadığı, *sulama düzeylerinin* ise etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Aşılı ve aşısız konuların ortalamaları incelendiğinde I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, aynı grupta yer alırken I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> farklı bir grupta yer almıştır (Çizelge 4.4.).

Araştırmada **vegetatif aksam azot oranlarına** aşı uygulamasının etkisi istatistiksel olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunurken, sulama düzeylerinin etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Ortalama vegetatif aksam azot oranı aşılı uygulamada % 0.72, aşısız uygulamada %1.03 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).

**Toprak azot içeriklerinin** belirlenmesi amacıyla hasat döneminde aşılı ve aşısız uygulamaların I<sub>100</sub> sulama düzeyinden farklı derinliklerden alınan toprak örnekleri ile

toprak azot içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, ortalama değerler incelendiğinde bakteri aşılama uygulamasının topraktaki azot miktarına etki etmediği, ancak *derinlik* ve *aşı x derinlik interaksyonuna* bağlı olarak azot miktarının değiştiği saptanmıştır ( $p<0.01$ ). Hem aşılı hem de aşısız uygulamalarda azot içeriğinin derinliğe bağlı değişimi  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Söz konusu değişim derinlik arttıkça azot içeriğinin azalması şeklinde gerçekleşmiştir.

Çiçeklenme döneminde (15 Temmuz 2013, ekimden sonraki 45. gün) yapılan ölçümlerde uygulamaların bitki başına düşen **çiçek sayısı** üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmış ve ölçümlere ilişkin değerler Çizelge 4.2.'de verilmiştir. En yüksek bitki başına düşen çiçek sayısı hem aşılı hem de aşısız konuların I<sub>25</sub> sulama düzeyinde görülmüştür. İstatistiksel analizlere göre *aşı* uygulamasının çiçek sayısı üzerine  $p<0.01$  düzeyinde etkisi görülmüştür. *Sulama düzeylerinin* ve *aşı x sulama düzeyi* interaksyonunun ise önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.4.), çiçek sayısı ortalamalarında tek grup meydana gelmiştir. I<sub>25</sub> konusunda çiçek sayısının yüksek olmasının nedeni bitkilerin kuraklık stresine girdiklerinde erken olgunlaşmaya başlayıp normalden daha fazla çiçeklenme göstermesi olabilir. En düşük çiçek sayısının hem aşılı hem aşısız uygulamalarda I<sub>125</sub> konusunda tespit edilmesi söz konusu saptamanın geçerliliğini göstermektedir.

Soya bitkisinin çiçeklenme döneminde (15 Temmuz 2013) yapılan ölçümlerde bitki başına düşen **bakla sayısı** ortalama olarak en yüksek aşılı ve aşısız konuda 14.33 adet ve 17.66 adet olarak belirlenmiştir. En düşük değerler aşılı konuda 6.33 adet, aşısız konuda 6.66 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). Bitki başına düşen ortalama bakla sayısı aşısız konuda daha yüksek bulunmuştur (13.06 adet).

Çiçeklenme (15 Temmuz 2013) ve hasat (22 Eylül 2013) döneminde yapılan biomas örneklemelerinde **kuru madde miktarındaki** değişime *ölçüm zamanlarının* ( $p<0.01$ ), *aşılamanın* ( $p<0.05$ ), *sulama düzeylerinin* ( $p<0.01$ ), *zaman x aşılı interaksyonunun* ( $p<0.05$ ), *zaman x sulama düzeyleri interaksyonunun* ve *aşı x sulama düzeyi interaksyonunun* ( $p<0.05$ ) istatistiksel olarak önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5.). I<sub>25</sub> sulama düzeyi dışında diğer sulama düzeylerinde çiçeklenme ile hasat dönemleri arasında kuru madde miktarının arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Verim ve verim özelliklerine ilişkin ortalama değerler

| SD               | Tane verimi<br>(kg da <sup>-1</sup> )                               |           |        | 1000 Tane Ağ.<br>(kg da <sup>-1</sup> )                           |        |         | Yağ oranı<br>(%)                                     |        |          | Protein Oranı<br>(%)                                 |        |         |
|------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|--------|-------------------------------------------------------------------|--------|---------|------------------------------------------------------|--------|----------|------------------------------------------------------|--------|---------|
|                  | Aşılı                                                               | Aşısız    | Ort    | Aşılı                                                             | Aşısız | Ort     | Aşılı                                                | Aşısız | Ort      | Aşılı                                                | Aşısız | Ort     |
| I <sub>25</sub>  | 218.90 a                                                            | 198.56 a  | 208.73 | 135.24                                                            | 154.54 | 144.89  | 20.90                                                | 20.90  | 20.90 ab | 35.63                                                | 35.90  | 35.76 a |
| I <sub>50</sub>  | 328.07 b                                                            | 295.80 ab | 311.94 | 161.68                                                            | 168.86 | 165.27  | 20.83                                                | 21.10  | 20.96 b  | 35.53                                                | 35.60  | 35.56 a |
| I <sub>75</sub>  | 431.80 c                                                            | 409.10 bc | 420.45 | 157.58                                                            | 146.73 | 152.155 | 21.03                                                | 21.06  | 21.05 b  | 35.76                                                | 35.73  | 35.75 a |
| I <sub>100</sub> | 449.33 c                                                            | 473.03 bc | 461.18 | 177.54                                                            | 191.08 | 184.31  | 20.86                                                | 21.03  | 20.95 b  | 36.53                                                | 36.20  | 36.36 b |
| I <sub>125</sub> | 468.27 c                                                            | 518.73 c  | 493.50 | 175.92                                                            | 199.94 | 187.93  | 20.83                                                | 20.56  | 20.70 a  | 36.26                                                | 36.83  | 36.55 b |
| Ort.             | 379.27                                                              | 379.04    | 379.16 | 161.59                                                            | 172.23 | 166.91  | 20.89                                                | 20.93  | 20.91    | 35.94                                                | 36.05  | 36.00   |
| SD               | Kuru Madde Miktarı<br>(kg da <sup>-1</sup> )<br>(Çiçeklenme dönemi) |           |        | Kuru Madde Miktarları<br>(kg da <sup>-1</sup> )<br>(Hasat Dönemi) |        |         | Çiçek sayısı<br>(çiçek/bitki)<br>(Çiçeklenme Dönemi) |        |          | Bakla Sayısı<br>(bakla/bitki)<br>(Çiçeklenme Dönemi) |        |         |
|                  | Aşılı                                                               | Aşısız    | Ort    | Aşılı                                                             | Aşısız | Ort     | Aşılı                                                | Aşısız | Ort      | Aşılı                                                | Aşısız | Ort     |
| I <sub>25</sub>  | 291.75                                                              | 242.70    | 267.22 | 328.89                                                            | 185.08 | 256.99  | 7.66                                                 | 31.66  | 19.66    | 8.00                                                 | 15.66  | 11.83   |
| I <sub>50</sub>  | 443.33                                                              | 384.28    | 413.81 | 677.78                                                            | 379.84 | 528.81  | 7.66                                                 | 15.66  | 11.66    | 9.00                                                 | 17.66  | 13.33   |
| I <sub>75</sub>  | 509.84                                                              | 395.87    | 452.86 | 663.17                                                            | 600.16 | 631.67  | 6.33                                                 | 28.00  | 17.16    | 11.33                                                | 15.33  | 13.33   |
| I <sub>100</sub> | 413.49                                                              | 512.54    | 463.02 | 661.91                                                            | 521.59 | 591.75  | 7.33                                                 | 16.66  | 12.00    | 14.33                                                | 10.00  | 12.16   |
| I <sub>125</sub> | 412.70                                                              | 511.59    | 462.14 | 658.89                                                            | 744.76 | 701.83  | 5.33                                                 | 7.00   | 6.16     | 6.33                                                 | 6.66   | 6.50    |
| Ort.             | 414.22                                                              | 409.40    | 411.81 | 598.13                                                            | 486.29 | 542.21  | 6.86                                                 | 19.80  | 13.33    | 9.80                                                 | 13.06  | 11.43   |

Çizelge 4.3. Bakteri aşılannmış ve bakteri aşılannmamış konuların ortalama gövde azot oranları

| SD               | Vegetatif aksam azot oranı<br>(%) |        |      |
|------------------|-----------------------------------|--------|------|
|                  | Aşılı                             | Aşısız | Ort. |
| I <sub>25</sub>  | 0.55                              | 1.01   | 0.78 |
| I <sub>50</sub>  | 0.79                              | 1.46   | 1.12 |
| I <sub>75</sub>  | 0.70                              | 1.06   | 0.89 |
| I <sub>100</sub> | 0.73                              | 1.07   | 0.89 |
| I <sub>125</sub> | 0.83                              | 0.53   | 0.69 |
| Ort.             | 0.72                              | 1.03   | 0.88 |

SD: sulama düzeyi

Çizelge 4.4. Verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynağı  | Sd | Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> ) |           | 1000 Dane ağırlığı (kg da <sup>-1</sup> ) |        | Yağ oranı % |        | Protein oranı % |        | Bakla sayısı (bakla/bitki <sup>1</sup> ) |         | Çiçek sayısı (çiçek/bitki) |         |
|--------------------|----|------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|--------|-------------|--------|-----------------|--------|------------------------------------------|---------|----------------------------|---------|
|                    |    | KO                                 | F         | KO                                        | F      | KO          | F      | KO              | F      | KO                                       | F       | KO                         | F       |
| Aşı (A)            | 1  | 0.341                              | 0.000     | 848.540                                   | 1.192  | 0.012       | 0.350  | 0.08            | 0.56   | 80.033                                   | 1.571   | 1254.533                   | 7.545** |
| Sulama düzeyi (SD) | 4  | 79204.033                          | 33.769*** | 2174.497                                  | 3.054* | 0.103       | 2.995* | 1.11            | 7.30** | 48.383                                   | 0.950öd | 166.083                    | 0.999   |
| A *SD              | 4  | 1825.015                           | 0.778     | 276.042                                   | 0.388  | 0.061       | 1.782  | 0.16            | 1.11   | 43.283                                   | 0.850   | 136.117                    | 0.819   |
| Genel Hata         | 29 | 2345.461                           |           | 712.040                                   |        | 0.034       |        | 0.15            |        | 50.933                                   |         | 166.267                    |         |

Sd: serbestlik derecesi, KO: kareler ortalaması, öd: önemli değil

Çizelge 4.5. 8. 1. ve 2. Biomass örneklerinden alınan kuru madde miktarlarının karşılaştırılması

| Varyasyon Kaynağı | df | KO         | F        |
|-------------------|----|------------|----------|
| Zaman             | 1  | 255050.664 | 25,360** |
| Aşı               | 1  | 51041.083  | 5,075*   |
| Konu              | 4  | 192096,134 | 19,100** |
| Zaman * Aşı       | 1  | 42946,056  | 4,270*   |
| Zaman * Konu      | 4  | 25728,474  | 2,558*   |
| Bakteri * Konu    | 4  | 30702,196  | 3,053*   |
| Zaman*Aşı.* Konu  | 4  | 12908,806  | 1,284öd  |
| Genel Hata        | 40 | 10057,299  |          |



Şekil 4.3. Hasat dönemine yaklaşmış deneme alanından bir görünüm

## 4.6. Su-Verim İlişkileri

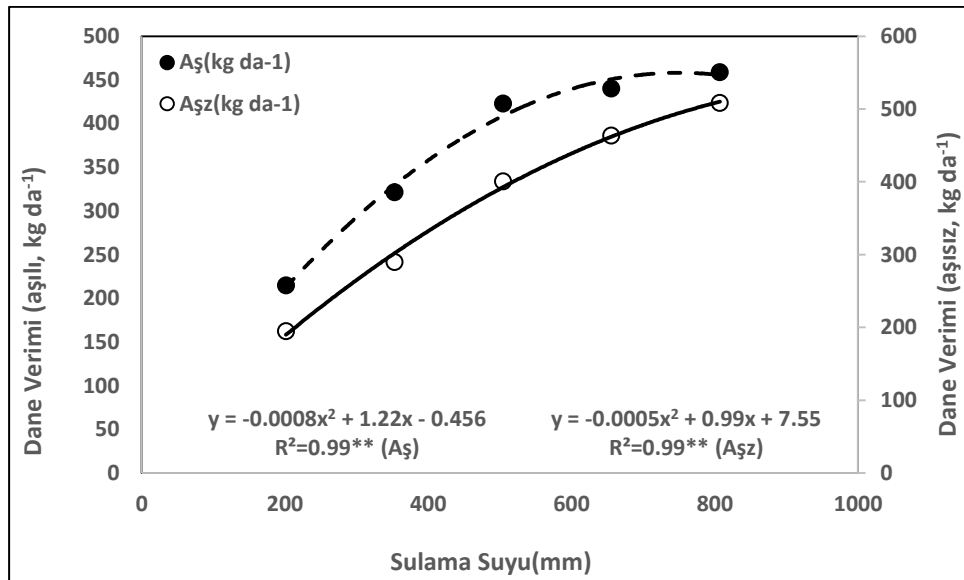
### 4.6.1 Dane Verimi ve Bindane ağırlığı

Aşılı ve aşısız soyanın **dane verimi** ile sulama suyu miktarları arasında %1 düzeyinde önemli ikinci dereceden ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.4). Söz konusu ilişkiler matematiksel olarak çözümlendiğinde en yüksek verimin aşılı soyada elverişli kapasitenin  $I_{100}$  (655.72 mm) ve  $I_{125}$  (807.12 mm) sulama düzeyleri aralığında elde edileceğini göstermektedir.

Çukurova koşullarında, II. ürün soyada dane verimi ile mevsimlik su tüketimi arasında istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli doğrusal bir ilişki belirlenmiştir (**Yazar ve ark., 1990**). **Sincik ve ark. (2008)**, kısıtlı sulama uygulamalarının kuru madde miktarı, tohum verimi ve bazı diğer özellikleri tam sulamayla karşılaştırıldığında önemli ölçüde azalttığını saptamışlardır. En yüksek verim tam sulama uygulamasından ( $3760 \text{ kg ha}^{-1}$ ), en düşük verim sulanmayan konudan ( $2069 \text{ kg ha}^{-1}$ ) elde edilmiş ve su eksikliği tohum verimini %45 azaltmıştır. Soyanın su gereksiniminin belirlenmesine yönelik araştırmalarda soya verimlerinin  $3500$  ile  $4200 \text{ kg ha}^{-1}$  arasında değiştiği görülmüştür (**Kabalan, 1998; Doss ve ark., 1974**). **Brown ve ark., (1985)**, hem R2 hem de R3 dönemlerindeki su eksikliğinin verimi önemli ölçüde azalttığını

saptamışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda çiçeklenme dönemindeki su stresinin bakla gelişim döneminden daha fazla verim kaybına yol açtığını ifade etmişlerdir. İlk gelişme dönemindeki su stresinin çiçek ve bakla dökümünü artırabileceğini belirten **Krote ve ark., (1983)**, bu nedenle tohum sayısı azalırken tohum ağırlığının artacağını belirtmişlerdir.

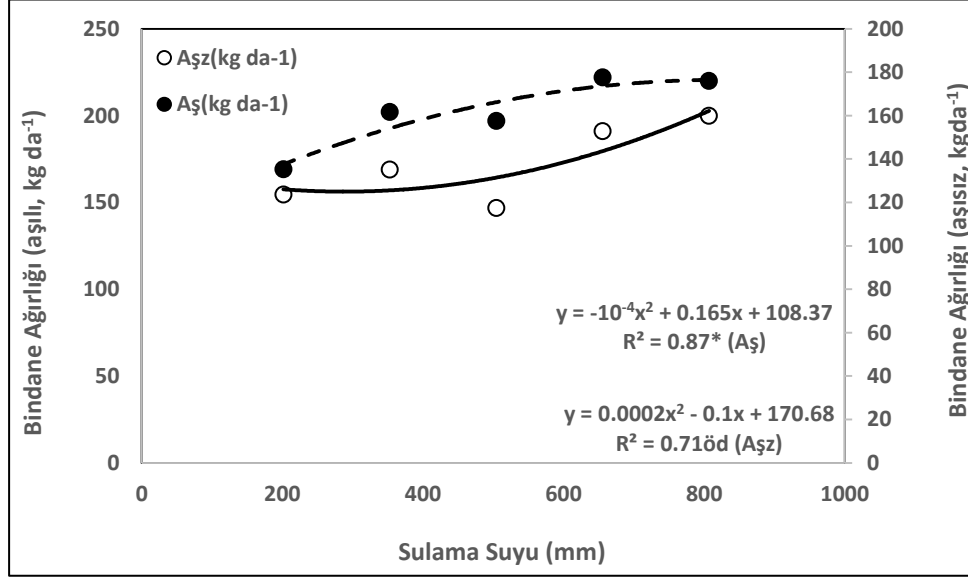
Kurak-yarı kurak bölgelerde yetiştirilen soyada kısıtlı sulama uygulamalarının oldukça dikkatli planlanması ve kısıtlı sulama düzeylerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir (**Sweeney ve ark., 2003; Ashley ve Ethridge, 1978**). Bazı araştırmalar soya fasulyesi sulamasında kısıtlı sulama uygulamasının zorunlu olması durumunda su eksikliğinin yalnızca vejetatif döneme yönelik olarak planlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Gelişme dönemlerine bakıldığında su stresinin soyanın kısa dönem yetiştiriciliğinde R4 ile R6 döneminde verime daha fazla zararlı olabileceğini göstermektedir (**Sweeney ve ark., 2003**). Soyada sulama suyu miktarlarındaki artışın verim ve verim parametreleri üzerine etkisini ortaya çıkaran ve bizim bulgularımızla uyum içerisinde olan çok sayıda araştırma bulunmaktadır (**Heatherly, 1983; Salassi ve ark., 1984; Aruna ve ark., 1995**).



Şekil 4.4. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile dane verimi arasındaki ilişki.

Sulama suyu miktarı ile **1000 dane ağırlığı** arasında aşılı uygulamada  $p < 0.05$  düzeyinde önemli, aşısız uygulamada ise önemsiz ilişkiler saptanmıştır ( $p > 0.05$ ). En

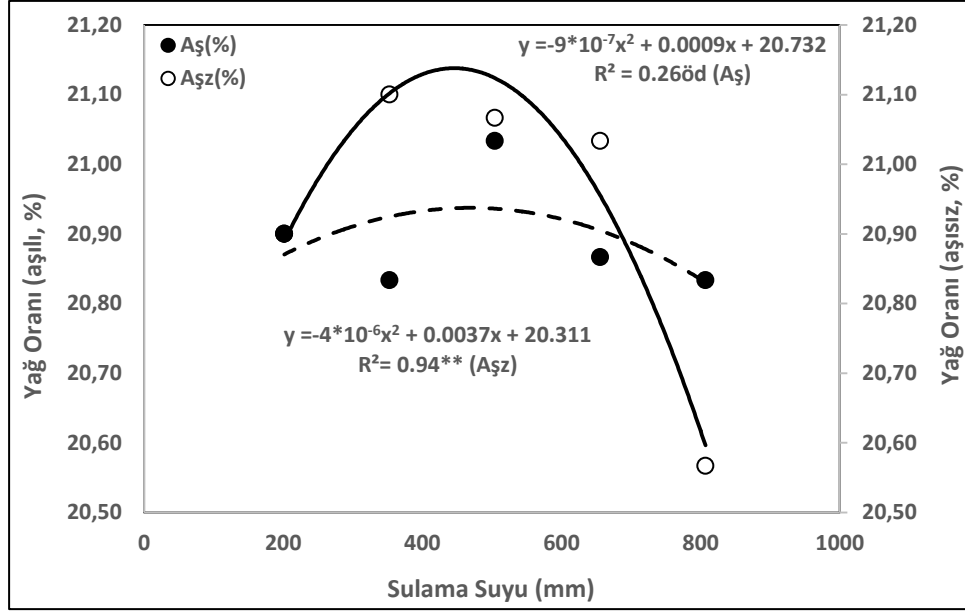
yüksek bin dane ağırlığı aşılı konuda sulama suyu 655.72 mm ( $I_{100}$ ), aşısız konuda 807.12 mm ( $I_{125}$ ) olduğunda görülmüştür (Şekil 4.5.)



Şekil 4.5. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile bindane ağırlığı arasındaki ilişki.

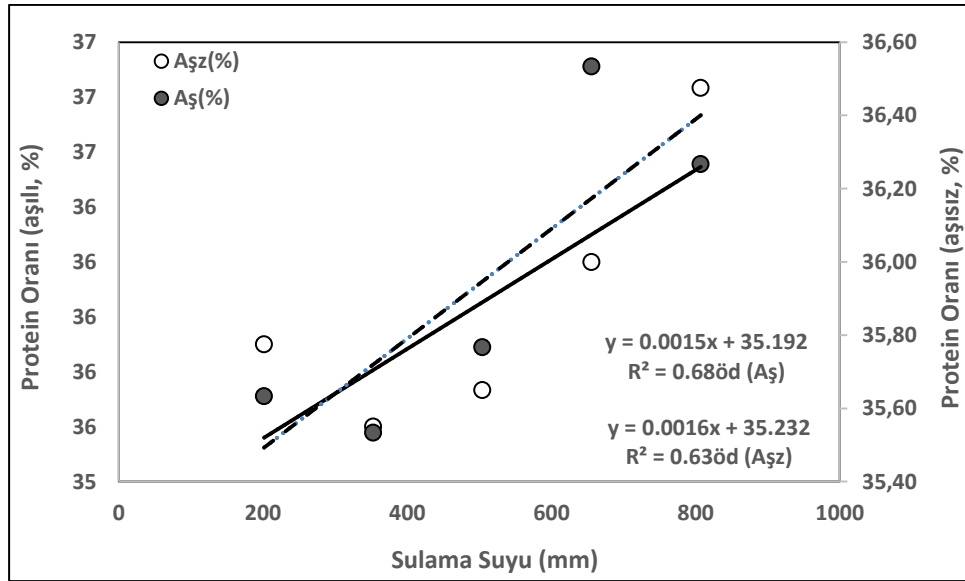
#### 4.6.2. Yağ ve Protein Oranı

Soyanın yağ oranı ile sulama suyu arasındaki ilişkisi Şekil 4.6'de verilmiştir. Hem aşılı hem aşısız konulardaki en yüksek yağ oranı  $I_{50}$  ve  $I_{75}$  sulama düzeyleri arasında görülmüştür. En düşük yağ oranı hem aşılı hemde aşısız uygulamada  $I_{125}$  sulama düzeyinde saptanmıştır. Aşılı uygulamada en yüksek ( $I_{75}$ ) ve en düşük ( $I_{50}$ - $I_{125}$ ) yağ oranları arasındaki fark %0.96 olarak hesaplanmıştır. Benzer durum %2.55 ile  $I_{50}$  ve  $I_{125}$  uygulamaları arasında gerçekleşmiştir. Sulama suyu miktarı 500 mm olduğunda aşılı konuda, 462.5 mm olduğunda aşısız konuda en yüksek yağ oranı elde edilmiştir. Aşısız konuda sulama suyu ile yağ oranı arasında  $p < 0.01$  düzeyinde önemli ilişki görülürken, aşılı konuda önemli bir ilişki saptanmamıştır. Genel olarak sulama suyu miktarı arttıkça yağ oranının azaldığı belirlenmiştir. Farklı olarak Amik ovasında yürütülen bir araştırmada sulama suyu arttıkça, yağ oranının düştüğü saptanmıştır (Güler, 1990). Soyada yağ oranı üzerine sulamanın etkisinin oldukça önemsiz olduğu ancak yeterli miktarda su var ise yağ içeriğinde de hafif bir artma eğilimi görülebildiğini belirten araştırmalar da bulunmaktadır (FAO, 1979).



Şekil 4.6. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile yağ arasındaki ilişki.

Aşılı konularda en yüksek ve en düşük protein oranı  $I_{100}$  (%36.53) ve  $I_{50}$  (%35.53) sulama düzeylerinde bulunmuş ve aradaki fark %1 olarak hesaplanmıştır. Aşısız konularda ise sırasıyla  $I_{125}$  (%36.83) ve  $I_{50}$  (%35.60) sulama düzeylerinde görülmüş ve aradaki fark %3.33 olarak hesaplanmıştır.

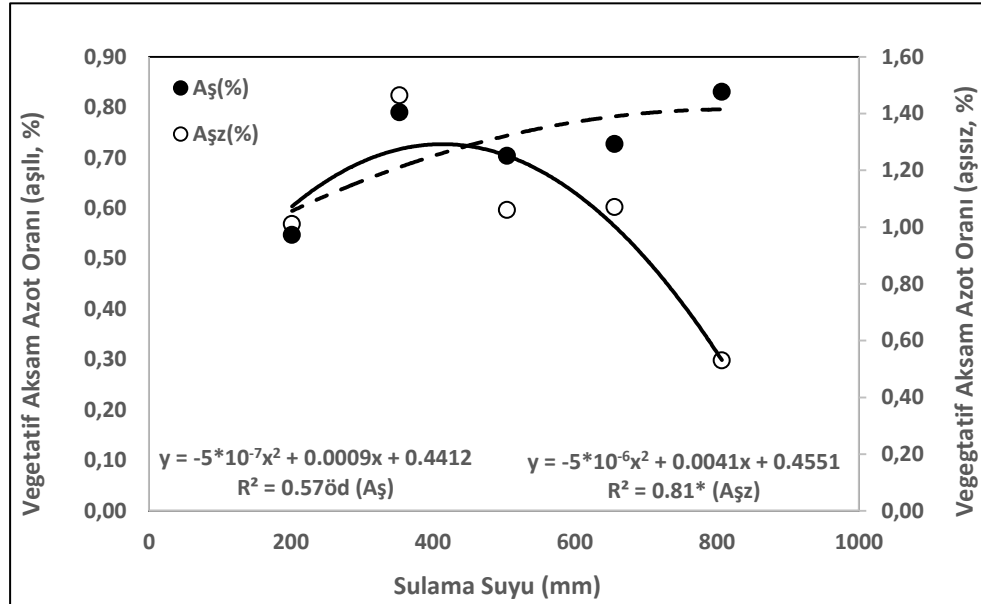


Şekil 4.7. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile protein arasındaki ilişki.

Aşısız konularda ise bu fark %3.33 olarak I<sub>50</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeyleri arasında görülmüştür. Hem aşılı hem de aşısız konuda protein verimi ile sulama suyu arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir (Şekil 4.7). Soya zengin protein içeriğine (%40) sahip bir bitkidir (Singh, 2010). Bu çalışmada da diğer araştırmalarda da (FAO, 1979) sulamanın protein içeriğini artırmada herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Sweeney ve ark. (2003), R4, R5 veya R6 gelişme dönemlerinde yaptığı tek sulamanın etkisini susuz konu ile kıyasladığında protein açısından bir farkın oluşmadığını, çeşitler arasındaki farkın %4'ten küçük olduğunu belirtmişlerdir. Froud ve ark. (1993), yıllara bağlı sulama uygulamaları arasında protein içeriğindeki herhangi bir farklılığın olmadığını ve ya çok küçük farklılıklar bulunduğunu saptamışlardır.

#### 4.6.3. Bitki Azot İçeriği

Soya bitkisinin vegetatif aksamında biriken toplam azot oranı ile sulama suyu arasındaki ilişkiler Şekil 4.8'de verilmiştir. İkinci dereceden ilişkiler çözümlendiğinde en yüksek azot oranı aşılı konuda sulama suyu miktarı 900 mm olduğunda, aşısız konu ise 410 mm (I<sub>50</sub>-I<sub>75</sub> sulama düzeyleri arasında) olduğunda görülmektedir. Sulama suyu ile azot oranı arasında aşılı konuda önemli bir ilişki görülmezken, aşısız konuda  $p < 0.05$  düzeyinde önemli ilişki belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile vegetatif aksamda bulunan azot miktarı arasındaki ilişki.

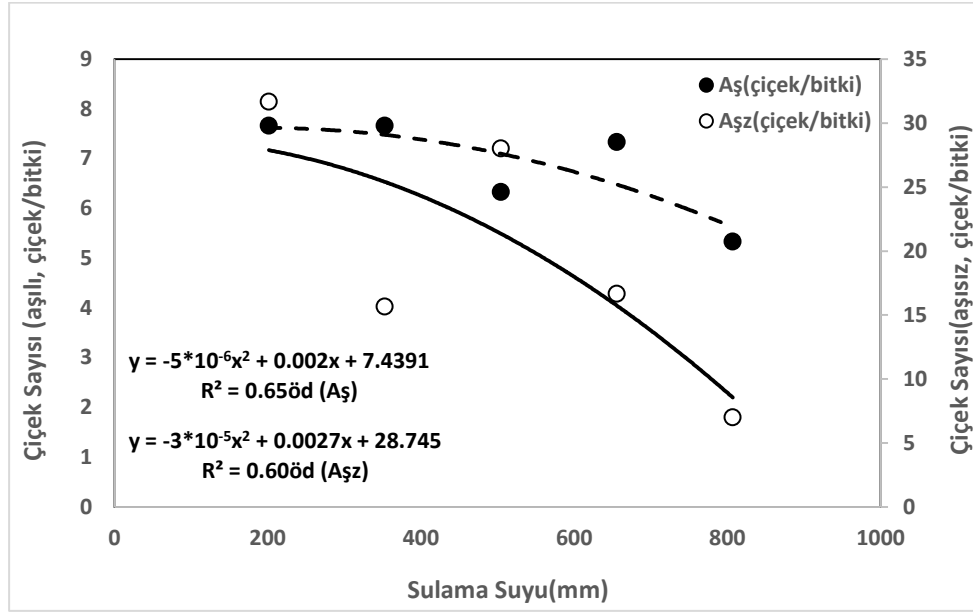
#### 4.6.4. Vegetatif Özellikler

En yüksek verim çevresel ve sulama koşullarının tüm gelişme dönemlerinde istenen düzeyde olduğu alanlarda elde edilir. Soyada verim bileşenleri üzerine en fazla etkinin sulama uygulamalarından sağlanmakta (**Ansart ve ark., 2000**), özellikle bakla dolumu döneminde düzenli bir biçimde yapılan sulamalar tohum verimini arttırmaktadır (**Khadem ve ark., 1985**). Ancak **Güngör ve Yurtsever (1993)**, tohum ve tohum özelliklerinin ilk sulamalardan önemli ölçüde etkilendiğini, **Mahmood ve El-Far (1994)** ise bakla dolumunun sonuna kadar yapılan sulamaların bitki yüksekliğini, dal sayısını, bitki başına bakla ve tohum verimini arttırdığını belirtmişlerdir.

##### 4.6.4.1. Çiçek Sayısı

Ekimden 45 gün sonra (15.07.2013 tarihinde) sulama düzeylerinin çiçek sayısı üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan regrasyon analizlerinde hem aşılı konuda aşısız konuda önemli bir ilişki saptanmamıştır (Şekil 4.9). Sulama suyu miktarı arttıkça çiçek sayısı azalmıştır. Bu durumun, çiçeklenme döneminde az su alan konularda oluşan stres nedeniyle bitkilerin gelişim döneminin kısılması ve çiçeklenmenin erken başlamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Daha sonraki gelişme dönemlerinde yapılan gözlemlerde kısıtlı su alan konularda çiçek dökümlerinin diğer konulara göre daha fazla olduğu ve bu durumun hasat verimine yansıdığı belirlenmiştir. Normal şartlarda çiçeklerin % 60-75 bakla oluşumu başlangıcı devresinde dökülmektedir. Bu çiçeklerin yarısı baklalar gelişmeye başlamadan önce, diğer yarısı da döllenerek bakla meydana getirdikten sonra dökülür (**Çırak, 2003**). Soya bitkisinde R1 (çiçeklenme), R3 (bakla başlangıcı) ve R5 (tohum oluşumu başlangıcı) dönemlerinin kuraklığa toleransı diğer dönemlere göre daha azdır. **Foroud ve ark. (1993)**, soya bitkisinin R1 (çiçeklenme başlangıcı) ve R5 dönemleri (tohum oluşumu başlangıcı) arasında yaşlandığı için stresli koşullarda oluşan zararı karşılama yeteneğinin azaldığını ve stresten kaynaklı verim azalma oranının arttığını belirtmişlerdir. Su stresi meydana geldiğinde verim bileşenlerinin farklı şekilde etkileneceğini belirten (**James, 1988**), çiçeklenme başlangıcı boyunca oluşan stresin her bitkideki bakla sayısını azaltacağını ileri sürmüştür. Çiçeklenme periyodu boyunca ve çiçeklenme başlangıcından sonra stres oluştuğunda bakla ve tohum büyüklüğünün; bakla dolum dönemi ve geç çiçeklenme boyunca stres oluştuğunda sadece tohum büyüklüğünün azalacağı belirlenmiştir. **Heatherly (1983)**, kurak kurak yıllarda soya

sulamasının, çiçeklenme ya da çiçeklenmeye yakın dönemde başlatılması gerektiğini, yağışlı yıllarda ise üreme döneminde su stresinin gerekli olduğunu belirtmektedir. **Ramseur ve ark. (1985)**, sulama mevsimi süresince sulanan soya bitkisinin çiçeklenmeye kadar yapılan sulamaya göre verim ve verim bileşenlerinin daha fazla arttığını belirtmişlerdir.

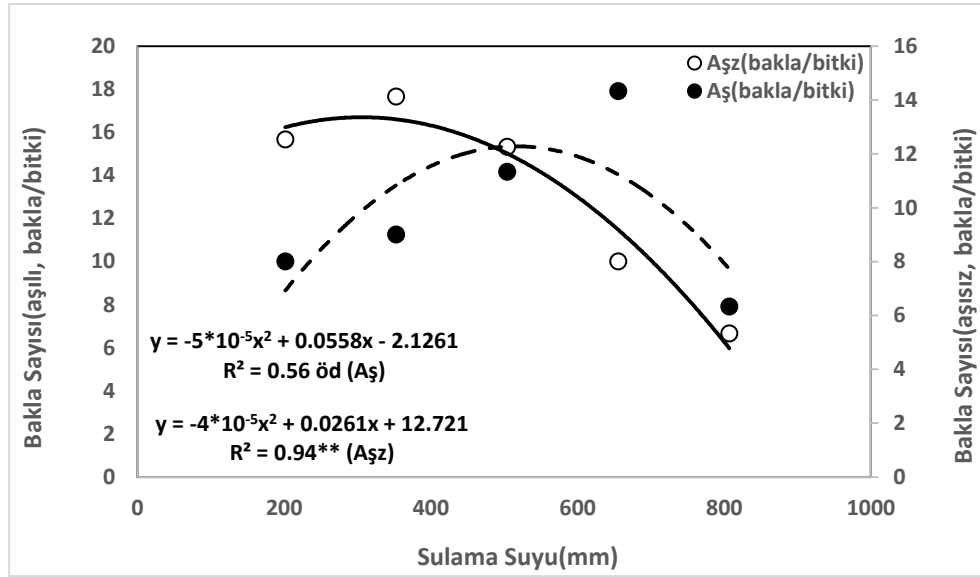


Şekil 4.9. Sulama suyu ile çiçek sayısı arasındaki ilişkiler

#### 4.6.4.2. Bakla Sayısı

Denemede ekimden sonraki 45. günde (R2 dönemi) elde edilen bitki başına düşen bakla sayısı sonuçlarıyla sulama suyu ilişkisi incelenmiştir (Şekil 4.10). En yüksek bakla sayısı aşılı konuda sulama miktarı 481.5 mm ( $I_{50}$ - $I_{75}$  sulama düzeyi arasında) olduğunda, aşısız soyada ise 281 mm ( $I_{25}$ - $I_{50}$  sulama düzeyi arasında) olduğunda görülmektedir. Bakla sayısı ile sulama suyu arasında aşısız konularda %1 önem düzeyinde ilişki görülürken, aşılı konularda önemli bir ilişki tespit edilmemiştir. Sulama düzeyleri açısından en yüksek bakla sayısı aşılı ve aşısız uygulamalarda sırasıyla  $I_{75}$  ve  $I_{50}$  konularından elde edilmiştir. Hem bakteri uygulaması hem de sulama düzeyleri istatistiksel olarak bakla sayısında bir değişime neden olmamıştır (Çizelge 4.4.). Hem tane verimi hem de 1000 dane ağırlığına sulama düzeyinin etkisi istatistiksel olarak önemli çıkarken başka bir verim parametresinin sulama düzeyinden etkilenmemesi olasılık dışı olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu farklılığın bir nedeni olarak sulama programı başladıktan örnekleme zamanına kadar geçen sürede yapılan  $I_{75}$  sulama

düzeyinde sulamanın bakla sayısında bir değişime neden olacak düzeyde birikimli bir strese neden olmadığı değerlendirilmiştir.



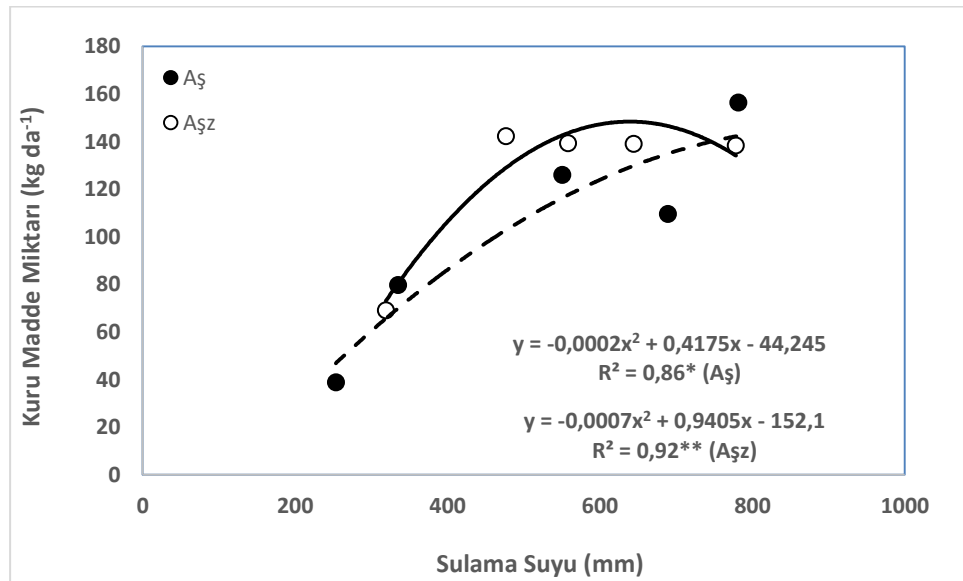
Şekil 4.10. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile bakla sayısı arasındaki ilişki.

#### 4.6.4.3. Kuru Madde Miktarı

Denemede 15 Temmuz 2013 (çiçeklenme dönemi) ve 22 Eylül 2013 tarihlerinde (hasat dönemi) olmak üzere 2 kez tüm uygulamalardan bitkinin toprak üstü aksamlarına ilişkin örnekleme yapılmış ve kuru madde miktarları belirlenmiştir. Bitki kuru madde miktarları ilk örneklemede I<sub>100</sub> sulama düzeyine kadar anlamlı bir şekilde artarken I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinin yaklaşık aynı değerlerde olduğu görülmüştür. İkinci örnekleme tarihinde ise sulama düzeyleri arttıkça kuru madde miktarlarının belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir. Her iki dönemdeki kuru madde miktarları incelendiğinde sadece I<sub>25</sub> sulama düzeyindeki kuru madde miktarının ikinci örneklemede (22 Eylül 2013) azaldığı görülmüştür. Diğer sulama düzeylerinde ise dönemsel artış oranları I<sub>50</sub>'de %21.74, I<sub>75</sub>'de %28.30, I<sub>100</sub>'de %21.75, I<sub>125</sub>'de %34.15 olarak hesaplanmıştır.

Sulama suyu miktarlarındaki artış, gövde ve yaprak taze ağırlıklarının ve kuru ağırlıklarının artmasına neden olmuştur. Çiçeklenme döneminde yapılan örneklemede ortalama gövde kuru ağırlığı I<sub>50</sub> sulama düzeyinde (284.05 kg da<sup>-1</sup>), yaprak kuru ağırlığı I<sub>100</sub>-I<sub>125</sub> sulama düzeylerinde, toplam bitki kuru ağırlığı ise I<sub>100</sub> sulama düzeyinde en yüksek değerde ölçülmüştür. Genel olarak sulama suyu miktarlarının kuru madde miktarına etkisi I<sub>75</sub>-I<sub>100</sub> aralığında en yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. **Wang ve**

**Isoda (1995)**, iki farklı soya çeşidinde her organın kuru ağırlığının sulama suyu miktarı arttıkça artma eğilimi gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmacılar sürgün kuru ağırlığının en çok su alan konuda arttığını ancak söz konusu artışın bir süre sonra durduğunu belirtmişlerdir. **Vearela (1998)**, soya fasulyesinin farklı gelişme dönemlerinde yaratılan su stresinin %20'den %40'a çıkartıldığında, kuru madde miktarının %25–34 arasında azaldığı ve verimde %18-30.3 düşüş olduğunu belirlemiştir. **Board ve Modali (2005)**, optimal verimi tahmin etmede R1 (ilk çiçeklenme) ve R5 (tohum oluşumu başlangıcı) dönemlerindeki toplam kuru madde miktarının (sırasıyla 200 gr m<sup>-2</sup> ve 600 gr m<sup>-2</sup> kuru madde miktarlarının) kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

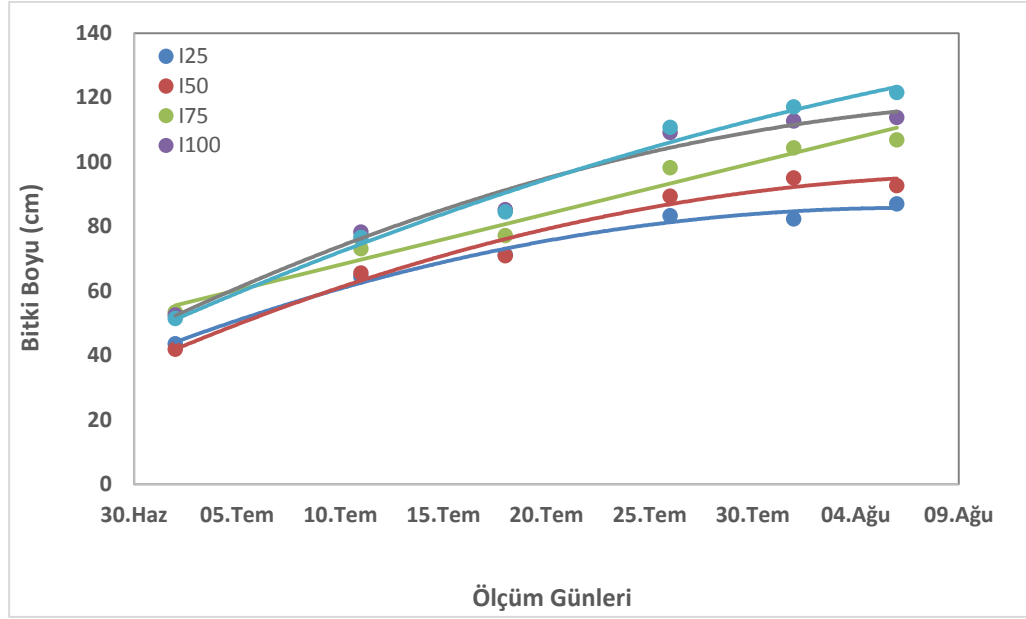


Şekil 4.11. Sulama suyu ile kuru madde miktarı (hasat dönemi) arasındaki ilişki.

#### 4.6.4.4. Bitki Boyu

Deneme süresince 4 Temmuz-2 Eylül tarihleri arasında her sulama öncesi bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Sulama suyu miktarlarının bitki boyuna etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümlerde en yüksek ve en düşük bitki boyları sırasıyla I<sub>125</sub> ve I<sub>25</sub> sulama düzeylerinden ölçülmüştür (Şekil 4.12.) Sulama suyu miktarı ile aşısız konuların bitki boyları arasında birinci dereceden önemli ilişkiler saptanmıştır (aşılı  $p < 0.01$ ). Aşılı konuların bitki boyları ile sulama suyu arasında ise önemli bir ilişki saptanmamıştır. Bitki gelişme dönemi boyunca en yüksek bitki boyu değerleri I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinde sırasıyla 68.gün, 72.gün, 106.gün, 77.gün ve 99.günlerde saptanmıştır.

Sulama suyu miktarının bitki boyu üzerine etkisi hem aşılı hem aşısız sulama düzeylerinde  $p < 0.01$  düzeyinde etkili bulunmuştur. Regrasyon analizleri sonucu sulama suyu bitki boyu arasında aşılı uygulamada  $y = 0.1143x + 74.253$  ( $R^2 = 0.76$ öd) aşısız uygulamada  $y = 0.3787x + 63.093$  ( $R^2 = 0.96^{**}$ ), biçiminde ilişkiler saptanmıştır. Buna göre sulama suyundaki 1 mm'lik artış bitki boyunda 0.1143 cm (aşılı) ve 0.3787 cm (aşısız) artışa neden olmuştur.



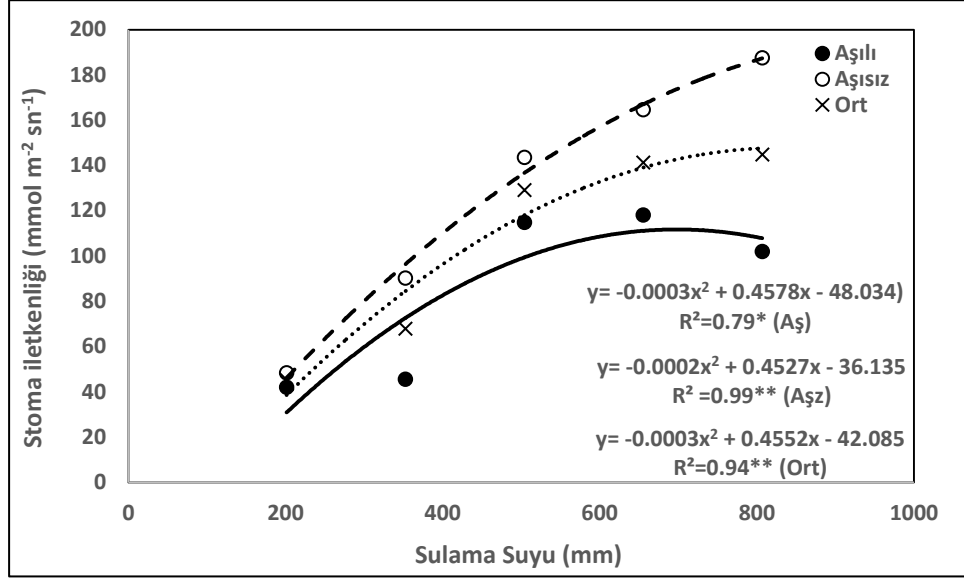
Şekil 4.12. Deneme konularına ilişkin bitki boylarının günlere bağlı değişimi

#### 4.7. Bitki Fizyolojisine İlişkin Sonuçlar

Araştırmada sulama suyu miktarlarının soya bitkisinin stoma iletkenliği ve klorofil içeriğine etkilerinin belirlenmesi amacıyla denemenin 4 Temmuz 2013 tarihinden 2 Eylül 2013 tarihine kadar her sulama düzeyinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde her bitkinin üstten 1.boğumun orta ve en genç yaprağı esas alınmıştır. Elde edilen verilerin sulama suyu miktarına bağlı değişimi Şekil 4.13'de, zamansal değişimleri ise Şekil 4.14'de verilmiştir.

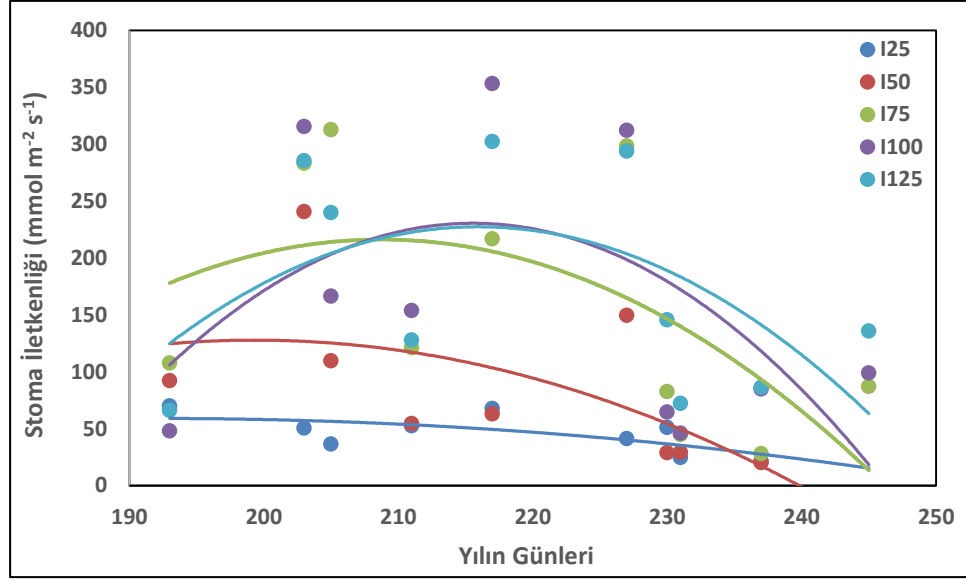
Araştırmada stoma iletkenliği ile sulama suyu miktarı arasında aşılı, aşısız ve her iki konunun ortalama değerleri arasında ikinci dereceden istatistiksel olarak önemli ilişkiler elde edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Stoma iletkenliği değerleri aşılı konuda  $I_{25}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  sulama düzeylerinde ortalama olarak sırasıyla 42, 45.4, 114.8, 118, 101.9  $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$  aşısız konuda aynı sırayla 48.3, 90.2, 143.4, 164.5, 187.5  $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Ortalama değerler açısından aşılı konudaki  $I_{25}$ ,  $I_{50}$  sulama düzeyleri ile  $I_{75}$  ve

$I_{100}$  sulama düzeyleri yaklaşık değerler almıştır. Aşısız uygulamada ise  $I_{75}$ ,  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  sulama düzeyleri arasındaki fark yaklaşık olarak eşit düzeyde bulunmuştur. Sulama suyu miktarı arttıkça stoma iletkenliğinin arttığı belirlenmiştir.



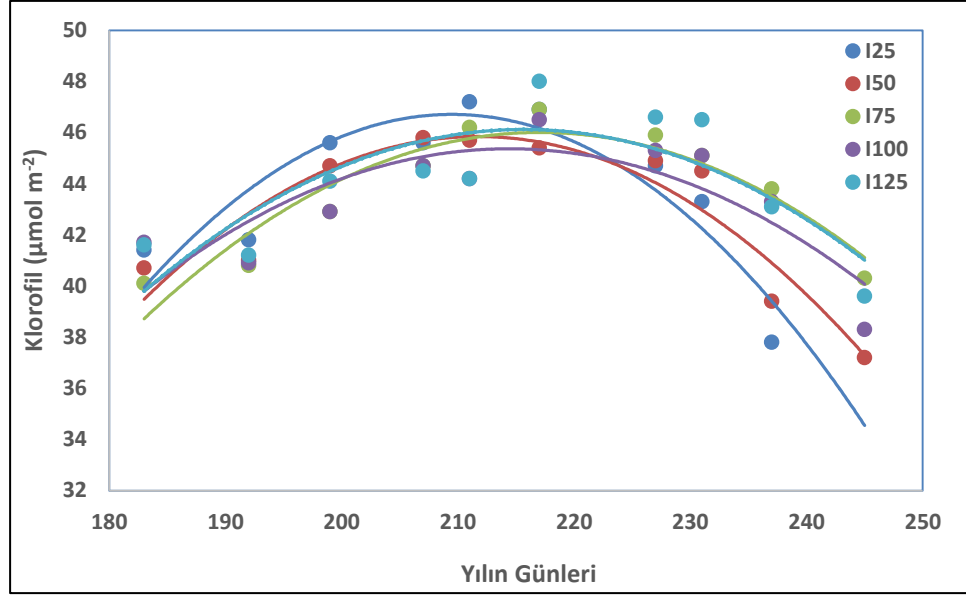
Şekil 4.13. Aşılı ve aşısız uygulamalarda stoma iletkenliği ile sulama suyu arasındaki ilişkiler

Stoma iletkenliğinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde parabolik ilişkiler görülmüştür. Stoma iletkenliği tüm sulama düzeylerinde önce artmış daha sonra azalmıştır. Azalma hızı özellikle su stresinin yoğun olduğu sulama düzeylerinde daha yüksek olmuştur. Stres sonucu meydana gelen yaprak yaşlanmasının bu duruma neden olabildiği, tuzluluk gibi diğer stres faktörlerinde de yapraklarda hızlı yaşlanma ve kuruma belirtileri görüldüğü belirtilmiştir (**Demirel, 2014**). Ortalama olarak en yüksek stoma iletkenliği değerleri  $I_{25}$ 'de 192. günde,  $I_{50}$ 'de 199. günde,  $I_{75}$ 'de 209. günde,  $I_{100}$  ve  $I_{125}$ 'de 216. günlerde ölçülmüş ve bu günlerden sonra azalma eğilimi başlamıştır. Görüldüğü gibi, stoma iletkenliğinin maksimum değerleri su stresi arttıkça daha erken, su stresi azaldıkça daha geç tarihlerde ölçülmüştür.



Şekil 4.14. Deneme konularına ilişkin stoma iletkenliğinin değerlerinin günlere bağlı değişimi

Sulama suyu miktarının **klorofil** içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Klorofil içeriği aşılı konuda ortalama olarak I<sub>25</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinde sırasıyla 43.9, 43.2, 43.6, 43.7, 44.4 olarak, aşısız konuda ise 43.7, 42.4, 44.2, 43.1, 43.8  $\mu\text{mol m}^{-2}$  olarak belirlenmiştir. Klorofil içeriğinin zamana bağlı regresyon analizleri incelendiğinde, ölçümlerin başladığı 2 Temmuz 2013 tarihinden (39. gün) itibaren tüm sulama düzeylerinde yükselme görülmüştür. En yüksek klorofil değerleri I<sub>25</sub>'de 210. günde, I<sub>50</sub>'de 212. günde, I<sub>75</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> sulama düzeylerinde 216. günde ölçülmüştür. Söz konusu günler soyanın tam çiçeklenme döneminden (R2) bakla oluşumu başlangıcına (R3) geçiş ve bakla oluşumu başlangıcı dönemine denk gelmektedir.



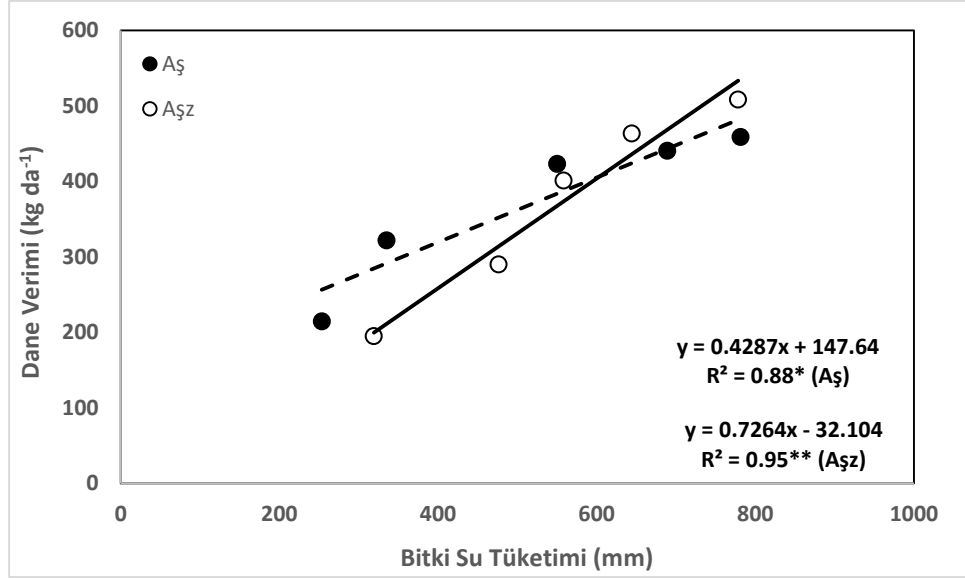
Şekil 4.15. Deneme konularına ilişkin klorofil değerlerinin günlere bağlı değişimi

#### 4.8. Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkileri

Denemede aşılı ve aşısız soyanın bitki su tüketim değerleri ile incelenen özellikler arasındaki ilişkiler regresyon analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.16-4.17.). Buna göre bitki su tüketimi aşılı uygulamasına göre değişmekle birlikte dane verimi (aşılı  $p < 0.05$  ve aşısız  $p < 0.01$ ) ve 1000 dane ağırlığı (aşısız  $p < 0.05$ ) ve kuru madde miktarı (aşılı  $p < 0.05$ ) özelliklerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmuştur. Bitkideki çiçek sayısı, bakla sayısı, vegetatif aksam azot oranı, yağ oranı ve protein oranı özellikleri bitki su tüketiminden etkilenmemiştir.

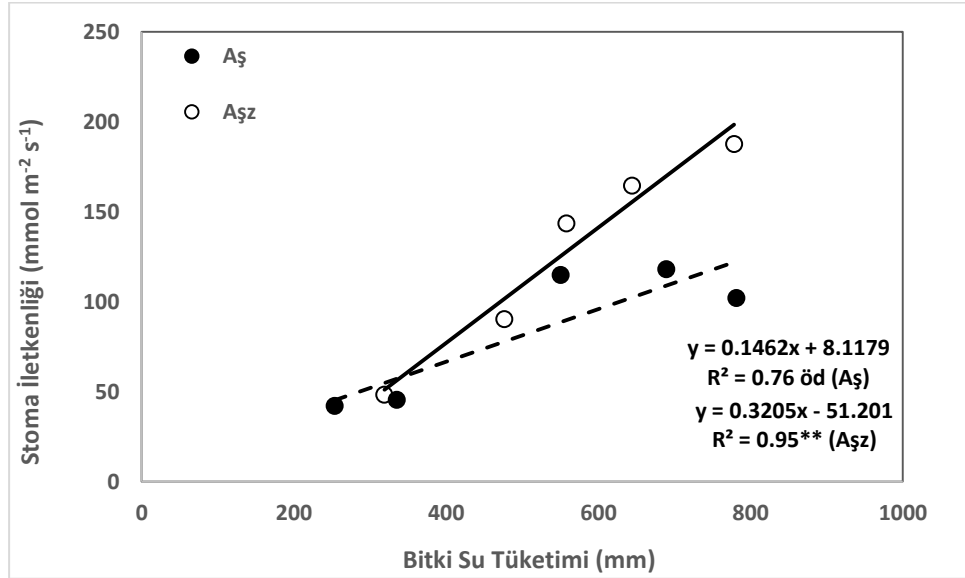
Bitki su tüketimindeki her birim artış dane veriminde  $0.43 \text{ kg da}^{-1}$  (aşılı) ve  $0.73 \text{ kg da}^{-1}$  (aşısız) artışa, çiçek sayısında  $0.003 \text{ adet da}^{-1}$  (aşılı) ve  $0.046 \text{ adet da}^{-1}$  (aşısız) azalışa, kuru madde miktarında  $0.183 \text{ kg da}^{-1}$  (aşılı) ve  $0.134 \text{ kg da}^{-1}$  (aşısız) artışa, 1000 dane ağırlığında  $0.065 \text{ kg da}^{-1}$  (aşılı) ve  $0.102 \text{ kg da}^{-1}$  (aşısız) artışa neden olmuştur. Su tüketimi arttıkça çiçek sayısının azalması daha öncede belirtildiği gibi kısıtlı su uygulamalarında su stresi nedeniyle çiçeklenmenin ve çiçek dökümünün erken başlamasından kaynaklanmıştır.

Amik ovasında yürütülen bir araştırmada tam sulama konusu sulama sezonu içerisinde 5 kez sulanmış ve toplam 394 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi 396 mm olarak belirlenmiştir. Sulama suyu arttıkça protein miktarı artmış, yağ oranı düşmüştür (Güler, 1990).



Şekil 4.16. Aşılı ve aşısız uygulamalarda bitki su tüketimi ile dane verimi arasındaki ilişki.

Klorofil değerleri bitki su tüketimindeki farklılıklardan etkilenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Stoma iletkenliği ile bitki su tüketimi arasındaki ilişki aşısız konuda  $p < 0.05$  düzeyinde önemli olurken, aşılı konulardaki ilişki önemli bulunmamıştır. Bitki su tüketimindeki her birim artış aşılı ve aşısız konularda  $0.146 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ve  $0.320 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  stoma iletkenliği artışına neden olmuştur. (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Bitki su tüketimi ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki

#### 4.9. Aşılamanın Verim Parametrelerine Etkileri

Denemede İncelenen özelliklere ilişkin aşılı ve aşısız uygulamalardan elde edilen değerler ile ortalamalar Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Araştırmalar bakteri aşılması ile, soya ve diğer baklagillerde tohum veriminin önemli miktarda arttığını (Gök, 1993), vegetatif gelişme, kuru madde oluşumu, nodülasyon vegetatif aksam, nodül ve danede azot içeriğini etkilediği birçok araştırmada ortaya konmuştur (Onaç ve Gök, 1995; Gök ve ark., 2005). Ancak bu çalışmada, aşılamanın çiçek sayısı ( $p<0.01$ ) ve kuru madde miktarı ( $p<0.05$ ) dışındaki özelliklere istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. İncelenen özelliklerin aşılı ve aşısız uygulamalara ilişkin değerleri (n=5)

| Verim parametreleri                                       | Aşılı    | Aşısız    | Ortalama |
|-----------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|
| Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )                        | 371.44   | 371.22    | 371.33   |
| 1000 Dane Ağırlığı (kg da <sup>-1</sup> )                 | 161.59   | 172.22    | 166.90   |
| Çiçek Sayısı (adet da <sup>-1</sup> )                     | 64492.06 | 159095.24 | 223587.3 |
| Bakla Sayısı (adet da <sup>-1</sup> )                     | 92933.33 | 106476.19 | 99704.76 |
| 1.Biomass Bitki Kuru Ağırlığı (kg da <sup>-1</sup> )      | 414.22   | 409.39    | 411.80   |
| 2.Biomass Bitki Kuru Ağırlığı (kg da <sup>-1</sup> )      | 598.12   | 486.28    | 542.2    |
| Vegetatif Aksam Azot Yüzde (%)                            | 0.71     | 1.02      | 0.86     |
| Yağ (%)                                                   | 20.89    | 20.93     | 20.91    |
| Protein (%)                                               | 35.94    | 36.05     | 35.99    |
| Stoma iletkenliği (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) | 84.4     | 126.8     | 105.6    |
| Klorofil (µmol m <sup>-2</sup> )                          | 43.76    | 43.4      | 43.6     |

Aşılı ve aşısız konuların ortalama çiçek sayılarının tane verimleri üzerine etkileri incelenmiştir. Aşılı konuların çiçek sayıları ile tane verimleri arasında önemli bir ilişki saptanırken ( $R^2 = 0.98$   $p<0,01$ ), aşısız konularda bu ilişki önemli bulunmamıştır

Aşılama sonucu oluşan azot fiksasyonunun genel olarak fide döneminde başladığı, vegetatif gelişme dönemi boyunca devam ettiği ve çiçeklenme döneminde maksimuma ulaştığı ileri sürülmüştür (Coşkan, 2004; Chau, 2006). Bu nedenle çiçeklenme döneminde (R2) alınan bitki kök örneklerinden nodül sayıları belirlenmiştir.

Toprak nemi, nodülasyon ve azot fiksasyonunu etkileyen önemli faktörlerden biridir. Düşük su potansiyeli azot fiksasyonunu direkt olarak etkilemekle, nodül solunumunu azaltmakta, azotun nodüllerden dışarı transpirasyonunu azaltarak dolaylı

şekilde asimilat üreten fotosentez merkezlerinin bozulmasına neden olmaktadır (Sprent, 2001; Adjei ve ark., 2002; Goormachting ve ark., 2004).



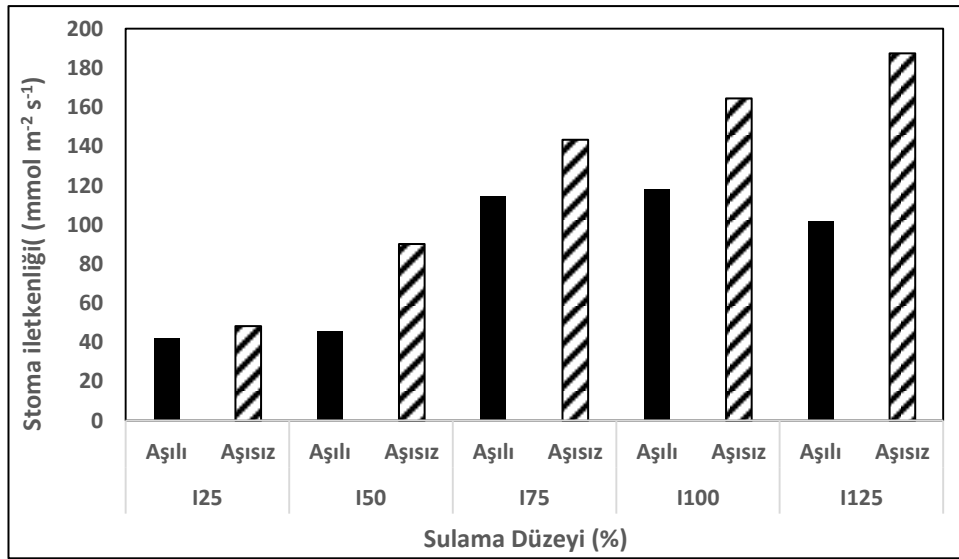
Şekil 4.18. Kök bölgesinde bulunan nodül örnekleri

Ancak bizim araştırmamızda bakteri aşılama konularının ortalama nodül sayıları bakteri aşılama konularına göre daha yüksek bulunmuş ancak anılan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.7.). Benzer biçimde toprak nem içeriğindeki farklılıkların (sulama suyu miktarlarındaki farklılıkların) nodülasyon üzerine etkisi anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır ( $p < 0.05$ ). Aşılama yapılmamasına karşın aşılı konu ile yaklaşık aynı sayıda nodül oluşması önceki yılda yapılan aşılamanın sonucu olarak değerlendirilmiştir. En yüksek nodül sayısı  $I_{50}$  sulama düzeyinde saptanmıştır.

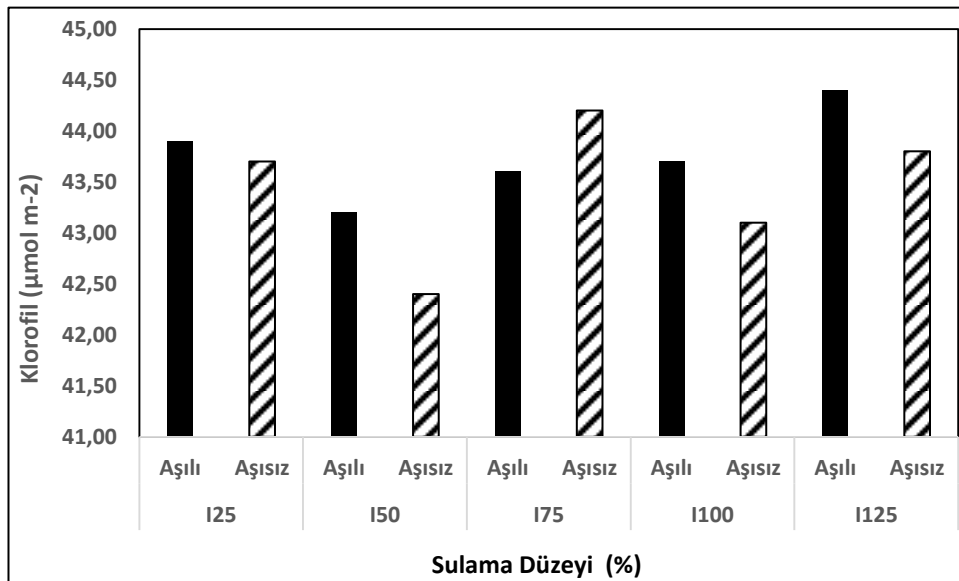
Çizelge 4.7. Nodül sayılarının aşılı ve aşısız uygulamalara göre değişimi (SD: sulama düzeyi)

| Sd        | Aşılı (Adet) | Aşısız (Adet) | Ort. |
|-----------|--------------|---------------|------|
| $I_{25}$  | 15           | 24            | 19   |
| $I_{50}$  | 34           | 25            | 29   |
| $I_{75}$  | 28           | 12            | 20   |
| $I_{100}$ | 8            | 19            | 13   |
| $I_{125}$ | 14           | 7             | 11   |

Aşılamanın stoma iletkenliği ve klorofil değerlerine etkileri farklı olmuştur. Stoma iletkenliği aşısız uygulamalarda sulama düzeylerine bağlı olarak artış gösterirken aşısız uygulamada söz konusu artış I<sub>100</sub> sulama düzeyinden sonra azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.19). Sulama düzeylerinin tümünde ortalama stoma iletkenliği aşısız uygulamalarda daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın klorofil değerleri I<sub>75</sub> sulama düzeyi dışında diğer sulama düzeylerinde aşısız uygulamalarda daha düşük ölçülmüştür (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Aşılı ve aşısız konuların sulama düzeylerine bağlı stoma iletkenliği değişimi



Şekil 4.20. Aşılı ve aşısız konuların sulama düzeylerine bağlı klorofil değişimi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımda verimi etkileyen en önemli faktörlerden biri sulamadır. Ülkemizde kullanılabilir suyun yaklaşık %76'sı sulamada kullanılmaktadır. Büyük bir bölümü kurak ve yarı kurak iklimin etkisinde bulunan ülkemizde, tarımsal üretimin yoğun şekilde yapıldığı yaz mevsiminde su ihtiyacı çok artmaktadır. Ülkemizde en geniş tarım alanlarının İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege, Akdeniz bölgelerinde bulunması ve buralarda da yazların kurak geçmesi suya bağlı verimin azalma riskini en üst seviyeye çıkarmaktadır. Son yıllarda küresel iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık, sulama döneminde bazı alanların sulanamamasına neden olmuştur. Bu nedenle su ihtiyacının azaltılması, tasarruf edilen suyla sulanamayan alanların sulamaya açılması önemli bir sorunun 'çaresi' olarak değerlendirilmektedir. Bitkilerin su-verim ilişkileri konusunda Dünyada ve ülkemizde sayısız araştırmalar yapılmaktadır. Verim değerlerinin farklı iklim, toprak ve bitki çeşitlerinde farklılık göstermesi, verimi belirleyen çok bilinmeyenli denklemlerin araştırmalar ile çözülmesini zorunlu kılmaktadır. Bu araştırmaların büyük bölümü, gıda gereksiniminin karşılanmasında önceliği olan bitkileri esas almaktadır. Soya, gıda gereksiniminin karşılanmasındaki önemi ve susuzluğa duyarlı olması üzerinde çok sayıda araştırma yapılmasına neden olmaktadır.

Tarımsal sulamada su uygulama randımanı en yüksek yöntem damla sulama yöntemidir. Araştırmanın yürütüldüğü Doğu Akdeniz Bölgesinde (Hatay) son yıllarda yaygın bir sulama sistemi olan damla sulama yöntemi, bu araştırmada da işgücü ve sulama suyu tasarrufu konusunda başarılı bir örnek oluşturmuştur.

Deneme süresince damla sulama yöntemi kullanılarak 10 sulama yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları 201.54 mm ile 807.12 mm arasında değişmiştir. Sulama suyu miktarlarına bağlı olarak bitki su tüketimleri değişmiştir. Aşılana ve aşılınmayan soya bitkilerinde su tüketimleri ortalama olarak aynı düzeyde gerçekleşmiştir. Bitki su tüketimi en yüksek verimin elde edildiği sulama düzeylerinde (hem aşılı hem aşısız konuların I<sub>125</sub> sulama düzeyinde) 781 ve 778 mm olarak ölçülmüştür. Aşılı konularda I<sub>100</sub> uygulaması esas alındığında su tüketim miktarları %20.1 (I<sub>75</sub>), %51.3 (I<sub>50</sub>) ile %63.2 (I<sub>25</sub>) oranında azalırken, I<sub>125</sub> sulama düzeyinde %13.46 oranında artmıştır. Benzer şekilde aşısız uygulamalarda %28.9 (I<sub>75</sub>), %26 (I<sub>50</sub>) ile %50.47 (I<sub>25</sub>) oranında azalma, I<sub>125</sub> sulama düzeyinde %17.23 oranında artma görülmüştür. Kısıtlı sulama düzeylerinde ve tam sulama konusunda derine sızma

görülmez iken aşırı sulamanın uygulandığı I<sub>125</sub> sulama düzeyinde 101 mm derine sızma hesaplanmıştır.

Uygulanan sulama suyu miktarları soya bitkisinde incelenen özelliklere farklı düzeylerde etkiye bulunmuştur. Dane verimi ( $p<0.01$ ), 1000 dane ağırlığı ( $p<0.05$ ), yağ oranı ( $p<0.05$ ), protein oranı ( $p<0.01$ ), çiçeklenme dönemindeki ve hasattaki kuru madde miktarları ( $p<0.01$ ) sulama suyu miktarından etkilenmiştir. Çiçeklenme döneminde verim üzerine etkili olduğu düşünülen çiçek ve bakla sayılarının hasat dönemi verimini tahminde kullanılamayacağı görülmüştür. Çünkü çiçeklenme döneminde en fazla çiçek sayısı su kısıtı en fazla olan I<sub>25</sub> sulama düzeyinde saptanmıştır. Stres nedeniyle erken açan çiçeklerin ileriki dönemlerde dökülme oranlarının fazla olması bu düşünceyi destekler niteliktedir.

Sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişkilerin regrasyon analizleri değerlendirildiğinde soya bitkisinin suya karşı son derece hassas olduğu belirlenmiştir. İncelenen özelliklerin büyük bölümünün her birim sulama suyu ve evapotranspirasyon azalışına verdikleri tepkilerin önem seviyeleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada birim evapotranspirasyon azalışına karşı birim verim azalışını ifade eden Ky değerleri ortalama 0.80 olarak hesaplanmıştır. Su kullanma randımanı sulama suyu miktarı azaldıkça artmıştır. Ortalama olarak en yüksek WUE değeri aşısız konuların I<sub>50</sub> sulama düzeyinden, aşılı konuların I<sub>75</sub>-I<sub>100</sub> sulama düzeylerinden elde edilmiştir. Bu durum sulama uygulamalarında aşırı hatta tam sulamanın dahi gerekli olmayacağını göstermektedir. I<sub>75</sub> sulama düzeyi esas alındığında tasarruf edilen sulama suyu miktarı I<sub>100</sub> sulama düzeyine göre %30 (151 mm), I<sub>125</sub> sulama düzeyine göre %60 (302 mm) düzeyindedir. Bu değerler 1 da alan dikkate alındığı 151 m<sup>3</sup> ile 300 m<sup>3</sup> 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.

Soya önemli bir yağ bitkisi olduğundan uygulamaların yağ oranı üzerine etkisinin irdelenmesi gerekir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar en yüksek yağ oranının I<sub>50</sub> ve I<sub>75</sub> sulama düzeyleri arasında gerçekleştiğini göstermektedir. En düşük yağ oranı ise I<sub>125</sub> sulama düzeyinde saptanmıştır. Buna göre en yüksek su kullanım randımanının gerçekleştiği sulama düzeyinin aynı zamanda yağ miktarında en yüksek olduğu

sulama düzeyinde olması önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Soya protein içeriği açısından da önemli bir bitki olmasına karşın sulama suyu miktarının protein oranına etkisi hem bu çalışmada hemde benzer çalışmalarda diğer çalışmalarda saptanamamıştır.

Soya havadan ve azot gübrelemesi yapılan topraktan yüksek düzeyde azot kullanan bir bitkidir. Azot bağlama miktarı köklerinde buldukları nodül sayılarının artışı ile ilgilidir. Soyanın aşılmasındaki temel gerekçe aşılama ile soyanın daha fazla azot bağlaması ve verimde artışın sağlanmasıdır. Ancak nodülasyonun oluşumunda çok sayıda faktör etkili olduğundan sadece aşılama yapmak yeterli olmayıp diğer etmenlerinde uygun koşullarda olması gerekir. Bizim çalışmamızın yürütüldüğü yerin daha önce aşılansız olması, aşılı ve aşısız uygulamaların verim üzerine belirgin etkisinin görülmesini engellemiştir. Bir önceki yılda aşılama nedeniyle toprakta bulunan bakterilerin hala aktif olduğu bu nedenle uygulamalar arasındaki farkın gerçekleşmediği kanaati oluşmuştur. Ayrıca bakterilerin çalışmasında temel etkenlerden biri olan toprak nem koşullarının kısıtlı sulama konuları bakteriler için yeterli seviyede olmayabileceği literatürlerde de belirtilmiştir.

Bitki kuru madde miktarı deneme süresince 2 kez ölçülmüş ve her iki ölçümde sulama suyu miktarından önemli ölçüde etkilenmiştir. İlk örneklemede (çiçeklenme dönemi) I<sub>100</sub> sulama düzeyinde ikinci örneklemede ise (hasat dönemi) I<sub>75</sub>-I<sub>100</sub> sulama düzeyinde en yüksek değerler belirlenmiştir. Görüldüğü gibi, I<sub>75</sub> sulama düzeyi aynı zamanda en yüksek su kullanma verimliliğini sağlayan su miktarı olduğundan, kuru madde miktarının aynı sulama düzeyinde maksimum çıkması su tasarrufunda I<sub>75</sub> sulama düzeyinin kullanılabilirliğinin kesin kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

Bitki fizyolojisi açısından önemli parametreler olan stoma iletkenliği ve klorofil içeriği değerleri sulama düzeylerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Sulama suyu miktarındaki artış istatistiksel olarak stoma iletkenliğinde önemli klorofil içeriğinde önemsiz farklılıklara neden olmuştur. Su kısıtlılığı nedeniyle oluşan stres yapraklarda erken yaşlanmaya neden olduğundan maksimum stoma iletkenliği değerleri su kısıt olan konularda erken su kısıt olmayan konularda geç dönemde gerçekleşmiştir.

Bitki su tüketimi verim özelliklerine değişen önem seviyelerinde istatistiksel olarak etkide bulunmuştur. Ancak kalite özellikleri (yağ ve protein oranı) ile yaprak alan indeksi üzerine bitki su tüketiminin herhangi bir etkisi saptanamamıştır.

Soya ülkemiz için önemli getirisi olan bitkilerden biridir. Su ve iklim özelliklerine karşı son derece hassas bir bitki olması yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunların niteliği ve niceliğinin artmasına neden olmaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesi koşullarında yürütülen bu araştırma soya konusunda bölgede yürütülen en kapsamlı araştırmalardan birisidir. Ancak farklı çeşit ve toprak bünyelerinde bitki tepkilerinin ne olduğu tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle bölgemizde bu konuda başka sorunların çözümünü hedefleyen araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Adjei, M.B., Quesenberry, K.H. and Chambliss, C.G., 2002. Nitrogen fixation and inoculation of forage legumes. **University of Florida**. Ifas Extension. USA.
- Alper ve Anbar, 2007. Küresel ısınmanın dünya ekonomisine ve Türkiye ekonomisine etkileri. **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 9, Sayı 4, 15-54.
- Anonim, 2004. Avrupa Çevre Ajansı'nın belli konulardaki güncellemesi (AÇA). **Avrupa Toplulukları Resmi Yayınlar Ofisi**, Lüksemburg.
- Anonim, 2013 **Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB)**. ISBN: 978-605-137-388-1 Yayın No: 2014/230
- Anonim, 2014 (a). T.C.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-degerlendirmesi.Pdf>.
- Anonim, 2014 (b). [http://www.flasgazetesi.com.tr/haber-7800-polatlida\\_ciftciler\\_buyuk\\_sikinti\\_yasiyor.html](http://www.flasgazetesi.com.tr/haber-7800-polatlida_ciftciler_buyuk_sikinti_yasiyor.html)
- Anonim,2014c.[http://arastirma.tarim.gov.tr/cukurovataem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik/soya-yetistirciligi\\_1.pdf](http://arastirma.tarim.gov.tr/cukurovataem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik/soya-yetistirciligi_1.pdf)
- Anonim, 2014 (d). [http://t24.com.tr/haber/ocak-ekim-2014te-kuresel-sicaklik-rekoru-kirildi.22\\_Kasim\\_2014\\_22:43](http://t24.com.tr/haber/ocak-ekim-2014te-kuresel-sicaklik-rekoru-kirildi.22_Kasim_2014_22:43).
- Anonymous, 2010. [www.soystat.com/2010/Defaultframes.htm](http://www.soystat.com/2010/Defaultframes.htm)
- Ansart, A.H., Kakar A.A., Bari I. A, Barecht A.R., Kakar G.M., 2000. Planting pattern and irrigation level effects on growth, yield components and seed yield of soybean (Glycine Max (L.) Merr.). **Pak. J. Agri. Sci.**, Vol. (370-2).
- Aruna, R, G. Velu and A Rajagopal. 1995. Impact of irrigation and management practices on physiology of water relation and productivity in soybean. **Madras Agri. J.** 82(5): 333-337.
- Ashley, D.A., Ethridge, W.J., 1978. Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybeans cultivars. **Agron. J.** 70, 467–471.
- Benjamin, J.G., Nielsen, D.C., 2004. A method to separate plant roots from soil and analyze root surface area. **Plant Soil** 267, 225–234
- Board, J. E., Modali, H., 2005. Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean. **Published in Crop Sci.** 45:1790–1799.
- Bohlol, B. B., Ladha, J. K., Garrity, D. P. and George, T., 1992. Biological N fixation for sustainable agriculture: a perspective. **Pl. Soil**, 141: 1-11.

- Boyer, J.S., R.R. Johnson and S.G. Saupe. 1980. Afternoon water deficits and grain yields in old and new soybean cultivars. **Argon. J.**, 72: 981-985.
- Brevedan, R. E. and D. B. EGLI, 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. **Crop Sci.** 43, 2083–2088.
- Brown, B.A., Caviness, C.E., Brown, D.A., 1985. Response of selected soybean cultivars to soil moisture deficit. **Agron. J.** 77, 274–278
- Candoğan, B.N., 2009. Soya fasulyesinin su-verim ilişkileri. **Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.**
- Casteel, S. N., 2012. Signs of drought stress in soybean. **Purdue Extension Soybean Specialist**, 765-494-0895.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F. W., Mazzucotelli, E. Mastrangelo, A. M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., Stanca A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. **Field Crops Research** 105, 1–14.
- Chau, N.T.T., 2006. Identification and characterization of microorganisms with tolerance to aluminum and heavy metals isolated from tea soil. **Faculty of Agriculture, Kyushu Uni.**, Fukuoka, JAPAN, 2006.
- Coşkan, A., 2004. Anız yakımı ve tütün atığı uygulamalarının soya vejetasyonu altında toprakta azot mineralizasyonuna, denitrifikasyona ve dane verimine etkisi. **Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı. Doktora Tezi. ADANA .**
- Coşkan, A., M. Gök ve K. Doğan. 2006. Anız yakılmış ve yakılmamış parseller üzerine uygulanan tütün atığının soyada biyolojik azot fiksasyonuna ve verime etkisi. **Tarım Bilimleri Dergisi** 12(3):239-245.
- Cox, W.J., Jolliff, G.D., 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agron. J.** 78, 226–230.
- Çırak, C., 2005. Soyada bitki gelişim dönemleri. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 20(2):57-65, Samsun.
- Çırpıcı, Ö., 2003. Soya bitkisinde bakteriyel aşılama ve Fe uygulamasının nodülasyon ve N<sub>2</sub> fiksasyonuna etkisi. **Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.**
- Çömlekçioğlu, N., Şimşek, M., 2011. Effects of deficit irrigation on yield and yield components of vegetable soybean [*Glycine max* L. (Merr.)] in semi-arid conditions. **African Journal of Biotechnology** Vol. 10(33). pp. 6227-6234. 6 July.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M. 2008. Precis Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye için İklim Öngörülleri: Hadamp3 Sres A2 Senaryosu, İv. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 365-373.

- Demirel, E., 2014. Yield quantity and quality responses of potato to saline irrigation. *Agrochimica*, Doi: 58, ISS No: 0002-1857.
- Dlugolecki, Andrew, Lafeld and Sascha, 2005. Climate change and the financial sector: An agenda for action. **Allianz Group and WWF**, June 2005.
- Doorenbos. J., ve Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. **FAO**, 33. Rome.
- Doss, B.D., Pearson, R.W., Rogers, H.T., 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. **Agron. J.** 66, 297–299.
- Dyson, T., 1999. **World food trends and prospects to 2025**. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 96:5929–5936.
- English, M., 1990. Deficit irrigation. **I. Analytical framework**. *J. Irrig. Drain E. ASCE* 116, 399–412.
- FAO, 1979. Yield response to water. **Irrigation and drainage paper**, 33.
- FAO, 2010. <http://www.fao.org/nr/water/issues/scarcity.html>
- FAO, 2011. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/presentations/Marcelo\\_Regu\\_naga\\_-\\_Soybeans\\_MERCOSUR.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/presentations/Marcelo_Regu_naga_-_Soybeans_MERCOSUR.pdf)
- Fereres E., and Connor, D.J., 2004. **Sustainable water management in agriculture**. In: Cabrera E, Cobacho R, eds. Challenges of the new water policies for the XXI century. Lisse, The Netherlands: A.A. Balkema, 157-170.
- Fereres, E., Soriano, M.A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Special issue on 'Integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress' **J. Exp. Bot.** 58, 147–159.
- Foroud, N., H.H. Mundel, G. Saindon and T. Entz. 1993. Effect of level And timing of moisture stress on soybean yield components. **Irriga. Sci.** 13, 149–155.
- Fritsche, W., 1990. *Mikrobiologie*. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- Fuchs, M., 2007. Impact of research on water use for irrigation in Israel. **Irrig. Sci.** 25:443-445.
- Gamo M., 1999. Classification of Arid Regions by Climate and Vegetation. *J Arid Land Studies* 1,9–17.
- Garrity, P.D., D.G. Watts, C.Y. Sullivan and J.R. Gilley. 1982. Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration-Yield Relationships, **Agron. J.**, 74: 815-820.
- Goormachtig, S., W. Capoen, and M. Holsters. 2004. Rhizobium infection: lessons from the versatile nodulation behaviour of water-tolerant legumes. *Trends in Plant Science* 9: 518-522.

- Gök, M., 1993. Soya, üçgül, bakla ve fiğ bitkilerine ait değişik Rhizobium sp. suşlarının ekolojik yönden önemli bazı özelliklerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. **DOĞA Türk Tarım ve ormancılık Dergisi** 17/4, 921-930.
- Gök, M., Onaç, I., 1995. Değişik Bradyrhizobium japonicum izolatları ile aşılamanın farklı soya çeşitlerinde verime, nodülasyona ve N<sub>2</sub> fiksasyonuna etkisi. **İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu**. Cilt II, 237-246.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H., 2005. Yerfıstığı bitkisinde bakteriyel aşılama ile demir ve molibden uygulamalarının nodülasyon, N<sub>2</sub>-fiksasyonu ve verime etkisi. **IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı**, 21-23 Eylül, Şanlıurfa. S. 844-852.
- Güler, F. 1990. Amik Ovası koşullarında ikinci ürün soya fasüyesinin su tüketimi ve su-verim ilişkilerinin saptanması üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Kültürteknik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, **Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Yayınları** 2, Ankara, 93 s.
- Güngör, Y. and E. Yurtsever. 1993. Effect of different irrigation water salinities on the chemical composition of soybean. **Doga, Türk Tarım Ve Ormancılık Dergisi**. 17 (2); 443-449.
- Haskınacı, 2004. Istanbul chamber of commerce, **Survey and Research Branch**. Soy Product Profile [www.tgdf.org.tr/turkce/tr/rapor/ITO/2004/soya2004.pdf](http://www.tgdf.org.tr/turkce/tr/rapor/ITO/2004/soya2004.pdf)
- Heatherly, L.G., 1983. Response of soybean cultivars to irrigation of a clay soil<sup>1</sup>, **Agronomy Journal**, Vol. 75, November-December.
- Hebbar, S.S., Ramachandrappa, B.K., Nanjappa, H.V., Prabhakar, M. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Europ. J. Agronomy** 21 (2004) 117-127.
- Hoogenboom, G., Nuck, M.G., Peterson, C.M., 1987. Root growth rate of soybean as affected by drought stress. **Agron. J.** 79, 607-614.
- James, L. G. 1988. Principles of farm irrigation system design, New York, p. 543
- James, L.G., 1988. Principle of farm irrigation system design. **Wiley**, pp 1-40, New York.
- Kabalan, R., 1998. Consomation en eau et productivite' d'une culture du soja a` la Be'kaa. DEA, AUPELF-UREF, **Bureau du Monde Arabe**, Beyrouth, p. 25.
- Kanamasu, H.T., 1979. Irrigation water requirements and water stres, irrigated soybean production in arid and semi-arid regions. **Proc. of a Conf. Held in Cairo**, Egypt.
- Kane, M.V., Steele, C.C., Grabau L.J., 1997. Early-maturing soybean cropping system: I. Yield responses to planting date, **Agronomy Journal**, Vol. 89, May-June.

- Karam, F., R. Masaad, T. Sfeir, O. Mounzer, and Y. Roupael, 2005: Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. **Agric. Water Manage.**, 75, 226–244.
- Khadem; F.A, J.E. Specht and J.H. Williams. 1985. Soybean irrigation serials timed during **RI to Rs**• **Agron. J.** 77(2):291-298
- Kırda, C., Baytorun, N., Derici, R., Daşgan, Y., Çağatay, T., Zekai, G., 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 D.R., 1999. Crop Yield Response to Deficit Irrigation. **Kluwer Academic Publishers**. Dordrecht. The Netherlands. pp 21–38
- Kırda, C.. Topcu. S.. Kaman. H.. Ulger. A.C.. Yazici. A.. Çetin. M.. Derici M.R. 2004. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. **Field Crops Research** 93. 132-141.
- Kovach, S.P., 1983. Injection of Fertilizers into Drip Systems for Vegetables. **Citrus and Vegetable Magazine** 14: 40-47
- Krote, L.L., Williams, J.H., Specht, J.E., Sorensen, R.C., 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. **Crop Sci.** 23, 528–533.
- Mahmoud, S.M. and LA El-Far. 1994. Influence of irrigation regimes and inoculation with rhizobia on the- productivity of soybean. **Assiut J. Agri. Sci.** 25(5): 109-113.
- MEGEP, 2007. **Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi**. Gıda teknolojisi, gıdalarda ham protein tayini, Ankara.
- Mitchell, R.L., Russell, W.J., 1970. Root development and rooting patterns of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) evaluated under field conditions. **Agron. J.** 63, 313–316.
- Morison, J.I.L. 2001. Increasing atmospheric CO<sub>2</sub> and stomata, **New Phytol.** 149:154–156.
- Mounts, T.L., Wolf W.S. and Martinez W.H., 1987. Processing and iodization. in soybean: Improvement production, and uses, **Second Edition**, USA.
- Oturanç M.S. 2008. Konya İli Tarımsal Kuraklık Eylem Planı. [http://www.wwf.org.tr/Fileadmin/Files/Konya\\_II\\_Tarim\\_Mu](http://www.wwf.org.tr/Fileadmin/Files/Konya_II_Tarim_Mu) Eduerluegue Kuraklik Sunusu.Pdf.
- Öner, T. 2006. Soya Sektör Raporu. **İstatistik Şubesi**, 48 s.
- Papakosta, D. K. and Veresoglou, D. S. 1989. Responses of soybean cultivars to inoculation and nitrogen application in Greece in fields free of *Bradyrhizobium japonicum*. **J. Agron.**

- Pastor, J. and Binkley, D. 1998. Nitrogen fixation and the mass balance of carbon and nitrogen in ecosystems. **Biogeochemistry**, 43: 63-78.
- Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A., 2002. Irrigation management under water scarcity. **Agr. Water Manage.** 57, 175–206.
- Postel, S.L, Daily, G.C, Ehrlich, P.R., 1996. Human appropriation of renewable freshwater. **Science** 271, 785–788
- Ramseur, E.L., S.U. Wallace and V.L. Queisenberry. 1985. Growth of braxton soybean as influenced by irrigation and interrow spacing. **Agron. J.** 77(1): 163-168.
- Rosadi, B.R.A. ve ark., 2005. Critical water content and water stress coefficient of soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) under deficit irrigation. Springer-Verlag. Paddy Water Environ (2005) 3: 219–223.
- Salassi, M.E., Musick, J.A., Heatherly, L.G., Hamill, J.G., 1984. An economic analysis of soybean yield response to irrigation of Mississippi River **Delta soils**. **Mississippi Agric.** 60, 928–935.
- Scott, H. D., J. A. Ferguson, R. E. Sojka, and J. T. Batchelor, 1986: Response of Lee 74 **Soybean to Irrigation in Arkansas**.
- Scott, H. D., J. A. Ferguson, and L. S. Wood, 1987: Water use, yield, and dry matter accumulation by determinate soybean grown in a humid region. **Agron. J.** 79, 870–875.
- Sepaskhah, A.R., Azizian, A., Tavakoli, A.R., 2006. Optimal applied water and nitrogen for winter wheat under variable seasonal rainfall and planning scenarios for consequent crops in a semi-arid region. **Agr. Water Manage.** 84, 113–122.
- Sincik, M., Candogan, B. N, Demirtas C., H. Buyukcangaz, H., Yazgan S. And Goksoy, A. T., 2008. Deficit irrigation of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] in a sub-humid climate. Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Uludag University, Bursa, **Turkey J. Agronomy & Crop Science** ISSN 0931-2250
- Singh, G., 2010. The soybean, Botany, Production and Uses, ISBN-13:978 1 84593 644 0. Wallingford, UK.
- Söğüt, T., 2005. Aşılama ve azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisi. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 18(2), 213-218
- Specht, E., Elmore, R.W., Eisenhauer, D.E. and Klocke, N.W., 1989. Growth stage scheduling criteria for sprinkler-irrigation soybeans. **Irrigation Science**, 10:99-111
- Sprent, J. I. 2001. Nodulation in legumes. **Royal Botanic Gardens**, Kew, UK
- Stewart, J. I., R. M. Hagan, and W. O. Pruitt. 1976. Production functions and predicted irrigation programs for principal crops as required for water resources

- planning and increased water use efficiency. **Tech. Bureau Recl.** No: 14-06-D. 7329, USA, p. 80.
- Sweeney, W.D., Long, J.H., Kirkham, M. B., 2003. A Single irrigation to improve early maturing soybean yield and quality. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, VOL. 67:235–240, January-February.
- Şen, E. Ve Başaran, N. 2007. Küresel Isınma Sürecinde Konya Ovasının Bazı İklim Verilerinde Meydana Gelen Değişimler ve Eğilimler. Sayfa. 65-72. Uluslararası “Küresel İklim Değişikliği Ve Çevresel Etkileri” Konferansı, 18-20 Ekim 2007 Konya.
- Tezcan, L., Ekmekçi, M., Atilla, Ö., Gürkan, D., Yalçınkaya, O., Namkhai, O., Soylu, E. M., Donma, S., Yılmaz, D. 2007. Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources of Seyhan River Basin. The Research Project on The Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas. Iccap Publication 10, 59-72, Kyoto, Japan.
- Tsujii, H. And Gültekin U., 2007. An Econometric and Agro-Climatological Study of The Impacts of Global Warming and Prices to Production of Rain-Fed Wheat and Barley in Konya and Adana. The Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (Iccap). The Final Report on Iccap. Iccap Publication 10, 265-272.
- Tülücü, K., 2003. **Özel bitkilerin sulanması**. Çukuruva Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Adana.
- UNEP FI, Climate Change Working Group (2006). Adaptation and vulnerability to climate change: The role of the finance sector. [http://sefi.unep.org/fileadmin/media/sefi/docs/briefings/CEO\\_Nov06.pdf](http://sefi.unep.org/fileadmin/media/sefi/docs/briefings/CEO_Nov06.pdf).
- Uyanık, M., 2011. Baklagillerde bakteri aşılması ve azot fiksasyonu. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri**. Dışkapı, Ankara. Temmuz-Aralık, Sayı: 357.
- Ünlü, M., Kanber, R. and Kapur B., 2010. Comparison of soybean evapotranspirations measured by weighing lysimeter and Bowen ratio-energy balance methods. **African Journal of Biotechnology** Vol. 9(30), pp. 4700-4713, 26 July.
- Vance, CP., 1997. Enhanced agricultural sustainability through biological nitrogen fixation. I: Legocki, A., Ed. Biological fixation of nitrogen for ecology and sustainable agriculture. **Springer-Verlag**, Berlin. pp. 179-186.
- Vearela, B.D. 1998. Deficit irrigation during the reproductive stages of soybean (*Glycine max.* (L.) Merrill). **Philippines Uni. Los Banos, College Laguna**, 1998, Vol 97.
- Wang, P., Isoda, A., 1995. Growth and adaptation of soybean cultivars under water stress conditions. **Jpn. J. Crop Sci.** 64(4) :777-783.
- Wszelaki, AL., Delwiche, JF., Walker, SD, Liggett, RE., Miller., SA., Kleinhenz., MD., 2005. Consumer liking and descriptive analysis of six varieties of

organically grown edamame-type soybean. **Food Qual. Preference**, 16: 651-658.

- Yaman, M., Cinsoy, A.S., 1997. Soya fasülyesinde bakteri (*Rhizobium japonicum*<sup>1</sup>) aşılması ile azotlu gübre uygulamasının verim ve bitkide tane ağırlığı üzerine etkisi. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. **Anadolu J. of Aarı** 7 (1), 21-29, Türkiye.
- Yazar, A., B. Çevik, O. Tekinel, K. Tülücü, R. Baştuğ ve R. Kanber. 1990. Çukurova koşullarında yağmurlama yöntemiyle sulanan ikinci ürün soyada evapotranspirasyon ilişkilerinin belirlenmesi. **Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry**, 14:181-203.
- Yıldırım, O. 2008. Sulama sistemlerinin tasarımı. **Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yay.** No: 1565. Ankara
- Young, G, Mebrahtu, T.J., Johnson, (2000). Acceptability of green soybeans as a vegetable entity. **Plant Foods Hum. Nutr.**, 55: 323-333.
- Zhang, H., Oweis, T., 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. **Agr. Water Manage.** 38, 195–211.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Gaziantep ilinde 2 Ekim 1990 yılında doğdum. İlk ve orta öğrenimimi 2007 yılında Gaziantep'te tamamladım. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldum. Yüksek lisansa Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda 2012-2013 güz döneminde başladım.

